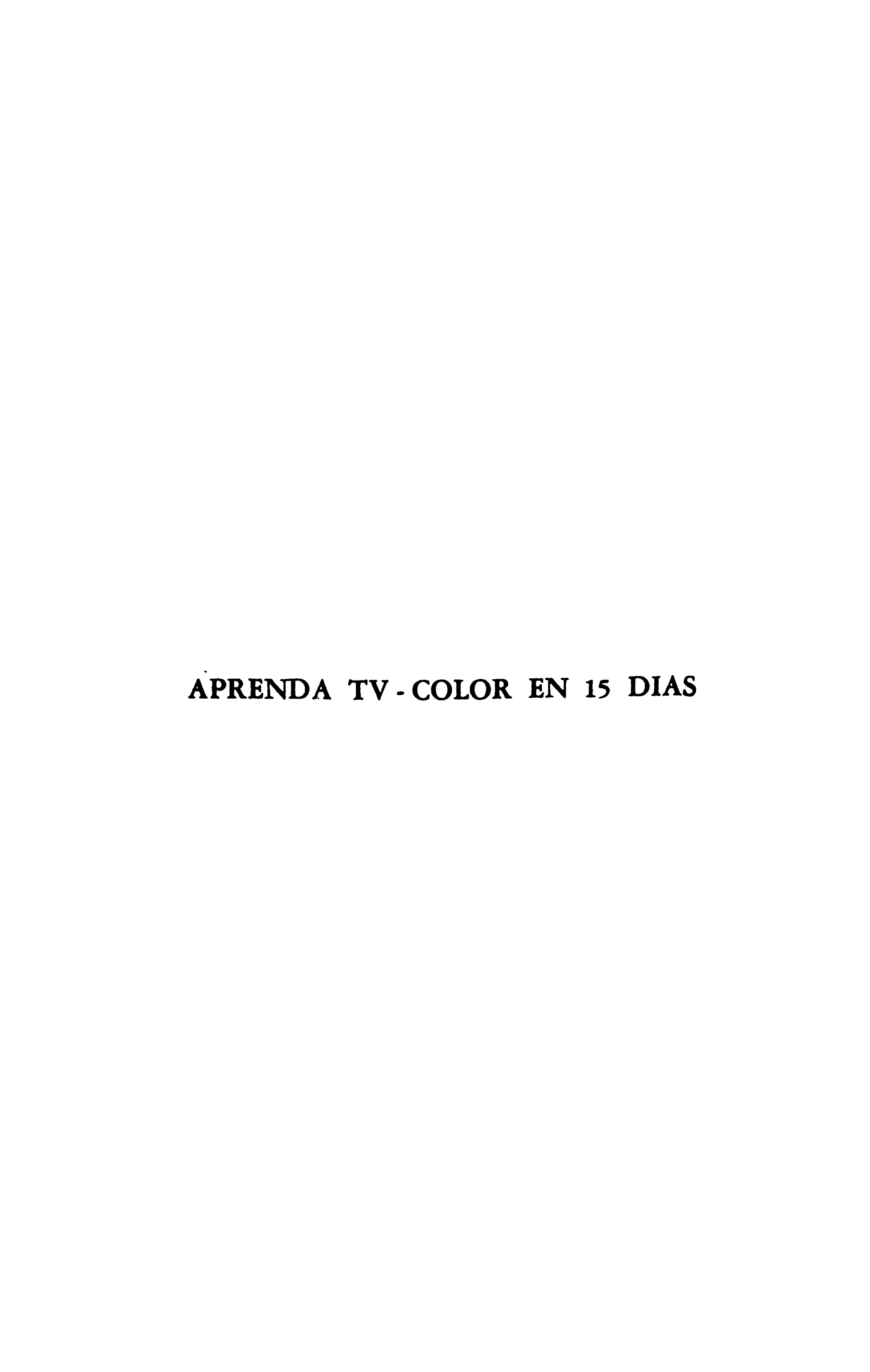
CHRISTIAN GELLERT

aprenda TV-Color en 15 días

Casi leyendo de corrido Ud. llegará a dominar la teoría y la práctica del

TELEVISOR DE COLOR SISTEMA PAL - N

EDITORIAL NEO TECNICA



APRENDA TV-COLOR EN 15 DIAS

CHRISTIAN GELLERT
con la dirección técnica del
ING. FRANCISCO L. SINGER

APRENDA
TV-COLOR
EN 15 DIAS

CUARTA EDICION



ARENALES 1258 BUENOS AIRES

Primera edición: 1979
Segunda edición: 1979
Tercera edición: 1983

ISBN - 9119-05-9

Queda hecho el depósito que marca la Ley Nº 11.723

IMPRESO EN LA ARGENTINA - PRINTED IN ARGENTINA

Día 1

Encararemos en esta oportunidad un tema de sumo interés y de rigurosa actualidad ya que nos ocuparemos de la televisión en colores. Pero hay que hacer importantes aclaraciones antes de entrar en materia, para advertir a los lectores sobre cuáles cosas encontrarán aquí y cuáles no encontrarán. Teniendo en cuenta la extensión que tienen los libros de esta colección, no podría encararse la teoría general de la televisión, analizar los circuitos con válvulas y con transistores, estudiar la revisión y reparación de los receptores y todavía describir los métodos empleados para obtener imagen en colores o policromática. Hay ya tres tomos dedicados a la televisión, uno para los aparatos valvulares, otro para los que contienen transistores y el tercero para el service. Ahora incorporaremos un cuarto tomo dedicado exclusivamente a describir los métodos y circuitos para obtener imagen en colores en la pantalla del televisor. Es obvio que además se necesita que la señal captada ya tenga impresa la modulación de color y sobre tal asunto sabemos que en fecha próxima, dentro de algunos meses desde el momento de escribir estas líneas, tendremos en el aire en nuestro país señales con modulación de color.

Lo que antecede nos ubica con precisión en el tema de este libro: estudio de la manera de transformar los colores en señales con las que modularemos la portadora de TV, para que en el receptor obtengamos en la pantalla imagen policromática en lugar de la clásica en blanco y negro. Pero tenemos que dar por conocidos los circuitos y el funcionamiento de los aparatos en blanco y negro, o sea monocromáticos. Si algún lector no conoce esos temas, debe leerlos antes de seguir con este libro.

LA VISION DEL COLOR

Imaginemos por un momento un mundo en tinieblas, con carencia total de luz, que podemos representar dentro de nuestra concepción física como una enorme caverna con aire pero sin luz.

El hombre andaría a tientas y solamente el tacto le permitiría reconocer los objetos que encontrara.

Hagamos llegar un poco de luz a tal caverna y comenzaríamos a distinguir los bultos, a poder caminar sin tropezar, situación comparable a la que tenemos en el campo una noche sin luna; vemos a la gente, los árboles, los objetos en general pero apenas notamos si son más claros o más oscuros. No hay allí colores salvo el negro y el gris oscuro cuyas diferencias nos permiten distinguir los contornos. Todas las cosas son chatas, no tienen relieve y las casas parecen tableros parados con contornos de trazos rectos, definidos. En tal noche de campo comienza a despuntar la aurora y las formas se perfeccionan, tienen relieves y por sobre todo tienen colores que vamos percibiendo paulatinamente. Pasamos aceleradamente de la pesadilla al mundo real, al mundo que nos regala la luz y que nuestros ojos nos permiten disfrutar.

El párrafo anterior no pretende ser un análisis filosófico sino destacar que la luz es el más importante de los agentes físicos y la visión el más importante de los sentidos del hombre. De allí podemos convenir en que los inventos de mayor trascendencia y arraigo son los que halagan a la vista y entre ellos la televisión está ubicado en la primera fila. Y entonces, desde que tuvimos imágenes en nuestras casas, en blanco y negro, claro, se comenzó a estudiar la posibilidad de darles color y no se paró un instante en tal empresa. Hace ya algunos años que el hombre ve imágenes en color y en muy poco tiempo más eso ocurrirá en todo el mundo.

Todo lo dicho nos sirve para justificar que para estudiar la manera de colorear las imágenes en los televisores tenemos que comenzar por repasar la naturaleza de la luz y el mecanismo de la visión humana. Si el ojo ve un objeto coloreado y envía al cerebro la imagen del mismo, debe haber una manera de fotografiar un objeto y enviar su imagen a otro lugar donde lo reproduciremos con su colorido original o algo muy próximo a ello. Y, lo que es más importante, mediante fotos sucesivas tomadas a intervalos tan breves como para que el ojo no advierta que son varias, reproducir el movimiento que tiene el objeto que captamos. Esto último no es nuevo, pues es lo que hace la televisión, pero tenemos que agregar a lo que sabemos de televisión monocromática la manera de tomar, enviar y reproducir los colores que el objeto móvil a captar tenga y así llegar a la televisión policromática, objeto de este libro.

Naturaleza de la luz

En el mundo antiguo se conocía la luz pero no se sabía lo que era y entonces se le atribuyó carácter divino. El sol que la producía era un dios y la mayoría de los pueblos de la Tierra le ofrendaban sacrificios y le erigían altares. El hombre de hoy la conoce, sabe lo que es y aprendió a producirla artificialmente, a dominarla y sacarle el mayor provecho. Pero la historia de este resultado abarca muchos siglos, y pocas veces ocurrió que un estudio tuviera tantas polémicas y se produjeran tantas marchas y contramarchas para discernir sobre la naturaleza de un fenómeno.

Así comenzamos en el siglo XVII con las teorías de Descartes y de Fermat sobre la *naturaleza corpuscular* de la luz, o sea que era un chorro de partículas infinitésimas lanzadas a enorme velocidad por el cuerpo emisor. El rayo se reflejaba en las superficies contra las que chocaba y cambiaba de dirección al atravesar medios de diferente densidad. La coloración del rayo luminoso dependía exclusivamente de la naturaleza del cuerpo emisor, o sea que las partículas eran coloreadas. Esta teoría tuvo muchos años de vigencia.

Pero dentro del mismo siglo mencionado, Newton derribó tal teoría al comprobar que un rayo de luz solar, o sea blanca, al incidir sobre un prisma de cristal se transformaba en varios rayos de luces de diferentes colores, tal como lo muestra la figura 1, fenómeno al que llamó *dispersión*. O sea que si el color de la luz dependía de la náturaleza del cuerpo emisor no podrían aparecer colores en ella durante su trayectoria. La refracción doble que se producía en las caras del prisma de cristal daban el espectro luminoso del que nos ocuparemos más adelante. Este fenómeno encontrado por Newton inspiró a Huyghens para lanzar la *teoría ondulatoria* de la luz, o sea que se trataba de una onda que emitía el cuerpo luminoso y que se propagaba por el espacio gracias a que el mismo es-

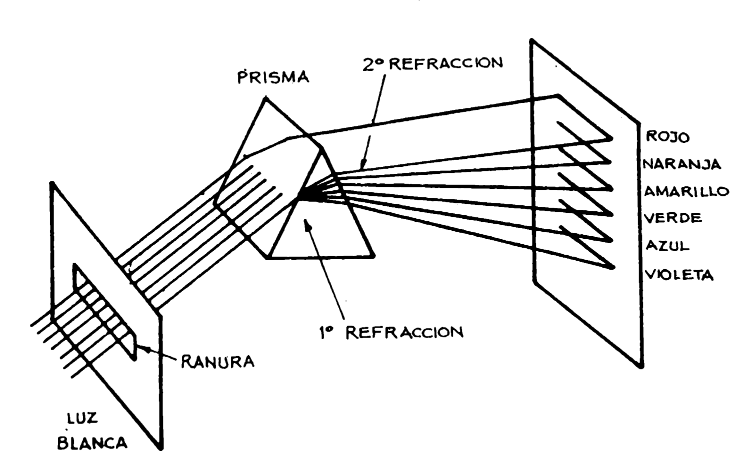


Fig. 1. – La dispersión es el fenómeno de descomposición de la luz blanca en sus componentes de color. Ocurre al hacer incidir un rayo de luz solar sobre un prisma de cristal.

taba lleno de una sustancia sutil, a la que denominó éter. Toda onda tiene una frecuencia, o sea una cantidad de ciclos completos en cada segundo y los distintos colores correspondían a luces de distintas frecuencias. La luz blanca es la composición de luces de todos los colores. La velocidad de propagación de las ondas luminosas se determinó y resultó ser de 300 millones de metros por segundo. La frecuencia de las ondas luminosas es enorme, del orden de los miles de millones de MHz. Es más razonable dar las longitudes de onda de los rayos luminosos y podríamos darlas en millonésimos de milímetro, pero se adoptó una unidad que es un diezmillonésimo de milímetro y que se denomina *Angstrom* (A°). Bien, los rayos luminosos visibles tienen longitudes de onda que van desde 3800 A° hasta los 7000 A°. Sobre estos asuntos volveremos más adelante.

Así se siguió con la teoría ondulatoria de la luz hasta que Einstein le dio un golpe magistral con el efecto fotoeléctrico que descubrió. Sustancias fotosensibles emiten electrones al recibir rayos luminosos en cantidad que depende de la intensidad de la luz incidente, pero la energía de esos electrones liberados era dependiente de la frecuencia del rayo luminoso. Entonces la onda llevaba energía consigo y eso era posible con partículas pero no con ausencia de materia.

La gran polémica se reabrió y Planck propuso la hipótesis de que la luz viaja en forma de granos de energía a los que llamó *fotones*, los que salen del cuerpo emisor en cantidades proporcionales a la frecuencia de la luz emitida. Se volvía a la hipótesis granular y era difícil conciliarla con la refracción y la interferencia. Así transcurrieron muchos años hasta que Luis de Broglie lanzó la teoría de la onda asociada a corpúsculos, o sea partículas vibrantes que no necesitan del famoso éter para

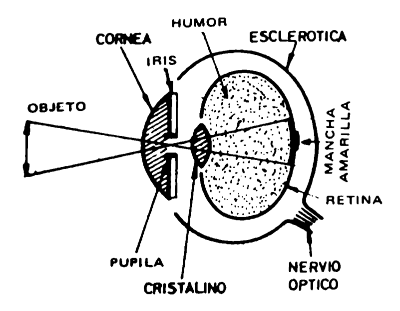


Fig. 2. – Corte simplificado del ojo humano para mostrar su similitud con una cámara de toma para televisión.

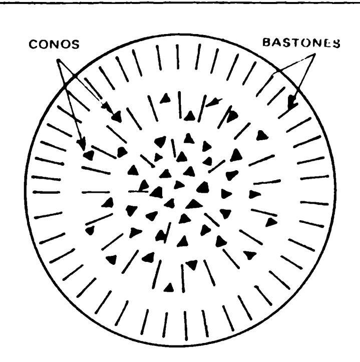


Fig. 3. - La pared posterior de la retina tiene una composición muy compleja pues los extremos de las fibras del nervio óptico terminan en bastones o conos.

propagarse. Eso ocurrió en 1927 y mereció el premio Nobel de ese año. A partir de entonces la polémica terminó y todos los descubrimientos posteriores pudieron ser encuadrados en su hipótesis. Lamentablemente no disponemos de espacio para desarrollar esa teoría en forma completa y sólo hemos podido esbozarla para que sirva de base a todo lo que sigue acerca de la luz.

La visión humana

El ojo tiene forma casi esférica y está contenido en una bolsa llamada *esclerótica* que tiene en su parte frontal, como se ve en el esquema de la figura 2, un cristal o *córnea* y detrás del mismo otro cristal denominado *cristalino*. Entre ambos cristales hay una membrana o *iris* con una abertura circular que se denomina *pupila*. Este orificio puede dilatarse o contraerse según la luminosidad del ambiente para graduar la cantidad de luz que entra al ojo. Detrás de los lentes con su diafragma o pupila se encuentra la cámara o *retina*, llena de un líquido viscoso de dos clases diferentes: la parte delantera es el *humor acuoso* y la trasera el *humor vítreo*. En la parte posterior de la retina hay una zona circular denominada mancha amarilla o *fovea* que tiene importancia en la discriminación de los colores.

La retina tiene su pared interior trasera formada por una infinidad de cuerpos que presentan dos formas diferentes: los *bastones* y los *conos* y que no están distribuidos uniformemente sino en la forma como lo muestra la figura 3. En los bordes hay exclusivamente bastones y en la zona central únicamente conos. Los bastones intervienen casi

exclusivamente en la captación de intensidad luminosa y los conos en la captación de color o cromaticidad. Tanto los bastones como los conos son en realidad extremos de cada uno de los nervios que forman el haz que constituye el *nervio óptico* y que va directamente al cerebro. Cabe mencionar que la cantidad de bastones y conos es del orden de los diez millones y por consiguiente esa es la cantidad de filamentos que tiene el nervio óptico. Medite un momento el lector acerca de lo que antecede. . .

La abertura del iris que se llama pupila permite un ángulo visual de unos 240° y dentro del mismo hay un pequeño ángulo de 2° que abarca la mancha amarilla que contiene unos 34.000 conos y ningún bastón. Su color amarillo tiene por objeto neutralizar la luz azul que produce aberración cromática. El cristalino también tiene un cierto tinte amarillo con el mismo objeto. De resultas de este detalle el ojo humano tiene baja sensibilidad al color azul y máxima al amarillo. Este asunto será tratado más extensamente en temas subsiguientes. Toda la parte cromática de la imagen se registra en la zona o mancha amarilla, en su mayor proporción, pero lo más notable es que hay tres series de conos: los sensibles a los colores azul, verde y rojo y esto nos dice que con esos tres colores, convenientemente mezclados y dosificados, se puede formar cualquier color que brinda la naturaleza. Esto también será motivo de un análisis más detallado, pero permite ya hacer un importante reflexión: si el ojo humano percibe cualquier tonalidad mediante la captación separada de los tres tonos básicos mencionados, a lo cual se puede agregar el negro o sea la falta de luz para dar los sombreados necesarios, y si en la misma forma se procede en las artes gráficas para imprimir láminas en colores, usando sólo tres tintas de color y el negro para las sombras, la televisión en colores

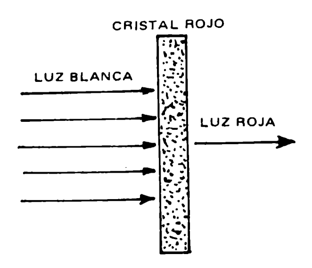


Fig. 4. – Mediante el simple hecho de pasar luz blanca a través de un cristal rojo se filtran todos los componentes de la luz menos el rojo.

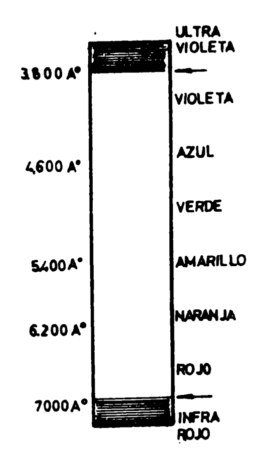


Fig. 5. – El espectro luminoso completo resulta de la dispersión de la luz solar o policromática completa.

puede realizarse con sólo tres circuitos de color, tal como lo veremos más adelante.

El espectro de color

La figura 1 nos mostró el fenómeno de la dispersión de la luz blanca, por la cual se forman rayos de luces de colores. Para que tal cosa ocurra la luz blanca tiene que estar formada por la suma de todas las otras luces, es decir que el cuerpo emisor produce rayos luminosos monocromáticos que salen mezclados y que pueden separarse mediante la dispersión obtenida con un prisma o de otra manera. Por ejemplo, una forma simple de obtener luz monocromática es hacer incidir una luz policromática, que puede ser completa o sea blanca, sobre un cristal rojo, según lo muestra la figura 4. Del cristal emergerá luz roja solamente. De igual manera se puede obtener luz de cualquier otro color.

La luz policromática no necesita obligadamente ser blanca, pues en lugar de contener todos los colores puede tener una parte de ellos. La luz solar es blanca completa y si se la dispersa mediante un prisma se obtienen los colores que mencionamos en la figura 1 y que ahora copiamos en la figura 5. La zona con longitudes de onda por debajo de los 3800 A° da luz invisible y se la llama ***ultravioleta*** y la zona por arriba de los 7000 A° da luz invisible que se denomina ***infrarroja***. Al costado del gráfico **se indican las longitudes de onda de las diversas**

coloraciones de la luz. Podría pensarse que se debió indicar el rojo arriba y el violeta abajo, por el orden de las cifras, pero recuérdese que las mismas expresan longitudes de onda, que son inversamente proporcionales a la frecuencia, de modo que al violeta le corresponde mayor frecuencia que al rojo. Al diagrama cromático de la figura 5 se lo llama *espectro luminoso*.

Las consideraciones anteriores nos hablan de la posibilidad de reemplazar la definición clásica del color por una cifra que lo identifique y tal cifra no es otra cosa que la longitud de onda. Por ejemplo un rayo luminoso cuya longitud de onda sea de 3800 A° es evidentemente de luz violeta y no puede ser de otro color. Y si los colores pueden representarse por cifras, ya intuímos que podrán hacerse gráficos en los que no están los colores reales que ve nuestro ojo pero sí sus equivalentes que permiten saber cuál es el color mencionado. De este problema, el de la representación gráfica del color, hablaremos extensamente en el capítulo próximo.

Volviendo al espectro luminoso, diremos que el mismo corresponde al contenido de la luz blanca solar. Pero en la vida moderna se vive mucho tiempo con luz artificial y entonces debe tenerse en cuenta este detalle. La luz artificial se obtiene por radiación de un cuerpo incandescente y si suponemos que llevamos a ese estado a un trozo de sodio, el mismo emitirá luz amarilla, casi monocromática. Si con tal luz iluminamos objetos, como el rayo luminoso no tiene todos los componentes de la figura 5, los pigmentos superficiales absorberán parte de la luz y el resto se reflejará y llegará al ojo del observador, pero como faltan muchos colores en ese rayo reflejado veremos al objeto de un color predominantemente amarillo, combinado con distintos tonos pardos, producto de mayores o menores absorciones, como si se tratara de sombras. Este efecto es conocido porque se emplean lámparas de sodio para la iluminación de playas portuarias, ciertas carreteras y otros lugares que no se consideran de esparcimiento. La luz de sodio tiene una longitud de onda de 5400 A° según lo comprobamos en la figura 5.

Así podemos producir luces monocromáticas de distintas coloraciones básicas y con poco contenido de otros tonos. La luz artificial común se diferencia de la solar en que tiene un mayor contenido de rojo y entonces vemos con ella distintos colores en los objetos, si bien las diferencias no son demasiado notables; pero eso lo saben las mujeres cuando deben elegir una tela en un negocio, pues suelen salir a la calle para comprobar si el color es el que desean.

Mezcla de colores

El tema a abordar exige una consideración previa y es la referente a lo que vemos en nuestro entorno. Por ejemplo decimos que un cuerpo es verde sin analizar la razón por la cual lo vemos de ese color. Ocurre que la luz solar, que es policromática completa, incide sobre el cuerpo; el haz luminoso múltiple, pues contiene todos los colores, choca contra la superficie externa del cuerpo, donde hay sustancias minerales que tienen la propiedad de absorber ciertos colores. Los rayos de colores no absorbidos serán reflejados y llegan al ojo, dando en éste la sensación de color. Entonces cabe preguntarse: ¿Tiene el cuerpo un color determinado? –No, el ojo *ve* el color que el cuerpo no absorbió, o sea que rechaza. Si a ese cuerpo lo pintamos, y la pintura consta de pigmentos minerales, cambiará la absorción de rayos luminosos y la reflexión de los sobrantes, con lo que veremos al cuerpo de otro color, que es el mismo que tiene la pintura mientras está en el tarro.

Pero hay otra consideración acerca de la luz monocromática. Sabemos que el fenómeno de dispersión (figura 1) descompone la luz solar en rayos de luces de diferentes colores. Bien, queremos separar un rayo de luz de un color determinado, por ejemplo el rojo. Ya no hay un problema de pintar un objeto con pintura roja, pues así tendríamos luz roja emergente del cuerpo y que llega a nuestros ojos, pero no la podemos usar como un rayo luminoso. Entonces empleamos el procedimiento que vimos en la figura 4, que consiste en hacer incidir la luz policromática sobre un cristal de color rojo. El cristal *filtra*, o sea impide el paso de los rayos de todos los colores que no sean el rojo y tenemos luz de ese color a la salida. En realidad el filtrado no es absoluto, pero por ahora dejaremos el asunto así, pues el contenido de luces de otros colores es sumamente reducido.

Surge de las dos situaciones que hemos planteado que para obtener colores podemos actuar de dos maneras diferentes: una es colorear un cuerpo mediante pigmentos minerales (pinturas) para que ellos absorban parte de la luz incidente, emergiendo por reflexión el sobrante que tiene cierta coloración. O sea que para obtener un color absorbemos todos los demás, o sea restamos del total una parte que no nos interesa; obsérvese bien, se trata de una operación *sustractiva*.

Si en lugar de pintar una superficie queremos imprimir una hoja de papel, para un libro, un afiche, etc. usamos tintas de colores y mezclamos las mismas hasta obtener la tonalidad deseada. Pero las tintas se comportan igual que las pinturas, pues se hacen con pigmentos minerales, luego ab-

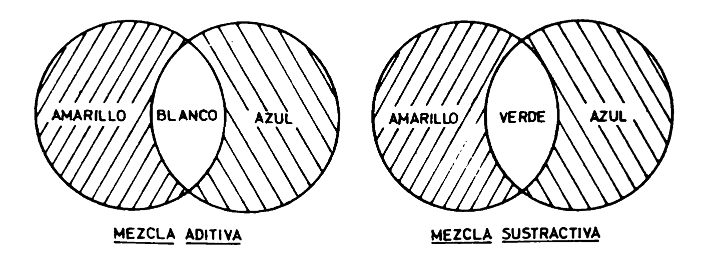


Fig. 6. – Aquí se pone en evidencia la diferencia sustancial entre mezclas aditivas y sustractivas de colores.

sorben luz de cierto color y reflejan el saldo de la luz incidente que nos hace ver un color determinado. O sea que el caso es similar al de las pinturas y estamos frente a una operación sustractiva.

Veamos la diferencia con la mezcla de rayos de colores, obtenidos cada uno por el simple método de la figura 4. Si mezclamos un rayo de un color con otro de distinto color, obtenemos luz de un color diferente a los dos mezclados, pero aquí se trata de una mezcla *aditiva.* o sea que sumamos las luces parciales. Y ahora viene la pregunta importante: ¿Se obtiene el mismo resultado con la mezcla aditiva que con la sustractiva? – No, aunque esto resulte extraño para muchos lectores. Veamos:

La mezcla de pinturas o tintas es un hecho de conocimiento popular generalizado, pues todos saben que si mezclamos pintura amarilla con azul obtenemos un color verde. Pero no todos saben que si mezclamos un rayo luminoso azul con uno amarillo se tiene luz blanca. Estas dos situaciones están representadas en la figura 6, donde hemos puesto ya los nombres de mezcla aditiva a la que se obtiene mezclando luces y mezcla sustractiva a la resultante de mezclr pinturas.

Pero la afirmación anterior puede inducir a error si nos lleva a pensar que para tener una mezcla sustractiva debe forzosamente utilizarse una mezcla de tintas o pinturas. Puede conseguirse mezclar luces de modo que la operación tenga carácter sustractivo. Veamos el procedimiento en la figura 7, en la que vemos a la izquierda que un rayo policromático incide sobre un cristal verde; la luz emergente del mismo tiene un alto conteni-

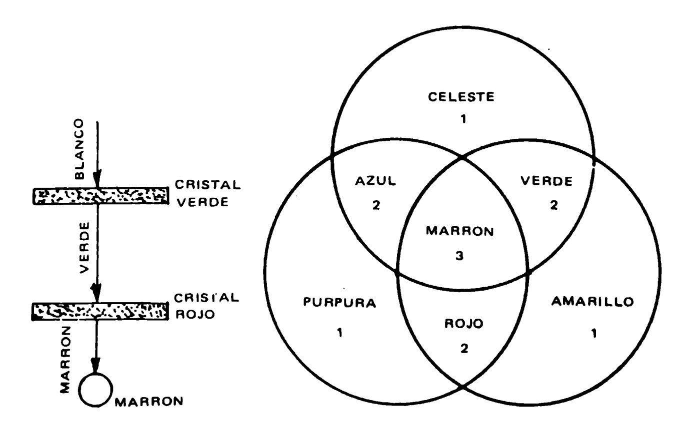


Fig. 7. – Mecanismo y resultados de la mezcla sustractiva de rayos luminosos monocromáticos. Esto tiene un interés relativo para la televisión.

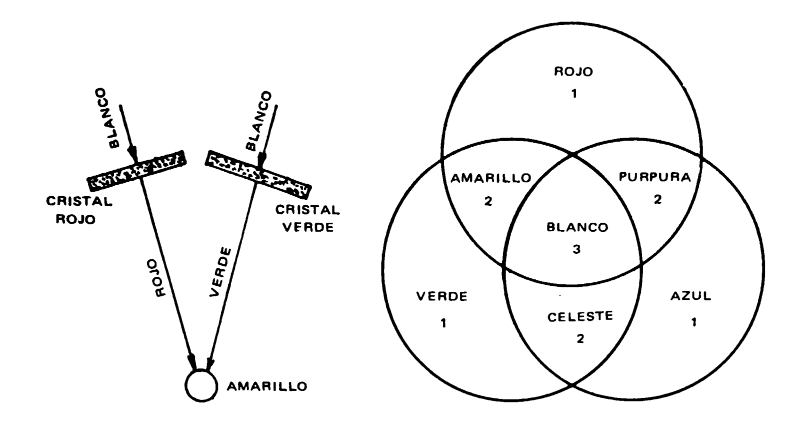


Fig. 8. – Mecanismo y resultados de la mezcla aditiva de rayos luminosos monocromáticos. Este fenómeno es la base de la televisión en colores.

do de verde y si la enviamos a un cristal rojo resultará luz color marrón. Hemos restado al primer resultado el segundo, tal como si mezcláramos pinturas de colores.

Pero sigamos mirando a la figura 7, ahora hacia la derecha. Los discos exteriores, a los que se les asignó el número 1 tienen colores básicos que son el celeste, el púrpura y el amarillo. Al mezclar en forma sustractiva las luces de esos colores tomándolos de a dos resulta:

púrpura – celeste = azul
púrpura – amarillo = rojo
celeste – amarillo = verde

A los colores resultantes de las tres mezclas descriptas les hemos asignado en el gráfico los números 2. Ahora mezclemos, siempre en forma sustractiva, esos colores resultantes y se obtiene:

azul – verde – rojo = marrón

En la zona central correspondiente al marrón hemos puesto el número 3, a cuya tonalidad se llega por las tres mezclas sustractivas, o también por una de ellas, como es la de verde con rojo que se ilustra en el diagrama de la izquierda.

El problema de las mezclas de colores daría tema para ocuparnos mucho tiempo pero como estamos tratando asuntos vinculados con la televisión en colores, debemos decir que interesan más las mezclas aditivas que son las empleadas en ella.

Pasemos entonces a considerar el mismo dibujo ilustrativo, pero referido a mezclas aditivas y el resultado lo mostramos en la figura 8.

A la izquierda mostramos la manera sencilla de lograr una mezcla aditiva de luz roja con verde, mediante el simple expediente de usar dos cristales de esos colores para obtener de la luz blanca o policromática solamente esos dos tonos. Los rayos emergentes de los cristales se llevan a un punto de reunión, o sea se mezclan aditivamente y obtenemos luz amarilla.

Observemos el diagrama de la derecha: tomemos como colores primarios el rojo, el verde y el azul, a los cuales les asignamos números 1. La mezcla aditiva mencionada es una de las tres que podemos hacer, de modo que los tres resultados que pueden obtenerse, y a los cuales les ponemos números 2 son:

verde + rojo = amarillo
rojo + azul = púrpura
verde + azul = celeste

Si ahora mezclamos por adición los tres colores secundarios obtenemos el color N° 3 que es el blanco. Obtenemos luz policromática completa o sea blanca, partiendo de los tres colores tomados como básicos. Aquí cabe recordar que esos tres colores básicos, rojo, verde y azul, son los mismos que la naturaleza adoptó para nuestra vista, de modo que no debemos extrañarnos de que mezclando conve-

nientemente dosis diferentes de los tres colores básicos se obtenga cualquier color que nos brinda la naturaleza. Claro que a ello hay que agregar los conceptos de pureza y sombra de los que hablaremos más adelante.

Y venimos a deducir de todo esto que el ojo es una cámara tricromática, similar en su concepto a un televisor tricromático, y las diferencias que se producen en desmedro del segundo se deben a que no se puede poner en el televisor diez millones de cables, que es la cantidad de fibras del nervio óptico. . . Lo que surge como axioma es que cualquier sistema que se proyecte para televisión en colores debe tener los mismos colores básicos del ojo humano para que los resultados se asemejen al efecto cromático que percibe nuestra vista.

Colores complementarios

Se llaman colores complementarios a los pares de colores unitarios o sea luces monocromáticas que, incidiendo sobre el ojo en forma simultánea, producen sensación de luz blanca. La figura 6 a la izquierda nos dio el primer ejemplo de lo dicho, pues si inciden al mismo tiempo en el ojo luces amarilla y azul vemos color blanco. Podríamos dar muchos ejemplos de colores complementarios pero conviene ir acostumbrándose a dar las informaciones de color con la cifra que corresponde a su longitud de onda, además de la tonalidad.

Así por ejemplo tomemos algunos pares típicos de colores clásicos que son complementarios de a pares entre sí:

violeta y amarillo
azul y rojo
verde y naranja

Y si provocamos la mezcla de esos pares encontraremos que la luz resultante no es exactamente blanca, por no tener alguno de ellos la tonalidad exacta necesaria. Por ello se prefiere en la Técnica dar las cifras de longitudes de onda de cada color como único medio de poder reproducirlos con exactitud. Veamos algunos ejemplos de colores complementarios que, al ser mezclados, dan luz blanca; las cifras de cada línea dan las longitudes de onda en Angstrom:

3800 y 5697
4100 y 5698
4300 y 5701
4800 y 5804
4840 y 5850
5900 y 4868
5920 y 4876
5940 y 4883

La lista puede ser aumentada con otros matices de sutiles diferencias con los dados pero en la forma expuesta damos una idea de lo que se ha querido expresar.

Colores básicos para TV

Ya hemos dicho que siendo los tres colores primarios o básicos de la visión humana el rojo, el azul y el verde, con ellos se puede obtener cualquier color que nos brinda la naturaleza. Y si a ello le agregamos el matiz que incorpora la mayor o menor iluminación de fondo, lo que se dosifica mediante luz blanca en cantidad que va desde cero a un máximo, lo que da sombras de distinta densidad, ya tenemos lo que necesitamos para un sistema de televisión en colores.

Hay que usar esos mismos tres colores básicos y un detalle muy importante es que para tener el carácter de tales ninguno de ellos puede obtenerse con la mezcla de los otros dos. Esto es fundamental y conviene recalcarlo: si tomamos los tres colores básicos marcados con los números 1 en la figura 8 derecha, y mezclamos dos cualesquiera de ellos no se obtiene el tercero.

Y aquí conviene adelantar un detalle importante en la televisión. Disponemos de una luminosidad general en la pantalla, reproducida de la que hay en el estudio de la planta transmisora. Esa luminosidad da los matices de luz y sombra a la escena captada y por tanto a la escena reproducida en la pantalla del televisor. Esto nos habla del realismo que puede obtenerse en una imagen policromática, la que tendrá, además de la policromía, las sombras o luces de la escena original. Para comprender mejor esta aseveración traslademos el problema a una lámina impresa que reproduce un cuadro famoso; para obtener todos los matices de color se requieren tres impresiones (tricromía) con las tres tintas básicas, pero si se quiere dar realismo a la lámina debe hacerse una cuarta impresión (citocromía) con tinta negra dosada convenientemente según la captación de una cámara fotográfica, la cual dará los matices de luz y sombra, los segundos por impresión del velo negro y los primeros por falta de tinta negra, lo que da la sensación de más claridad. Conviene destacar que, tratándose la impresión de láminas de un caso de mezclas sustractivas, los colores básicos no son los mismos que se emplean en TV sino otros dictados por la técnica pertinente. Como esto no es tema para nuestro libro, dejamos el asunto para los expertos.

Y todavía puede hacerse una interesante observación que emana de la falta de práctica de los televisores en la asimilación de los efectos de mezclas aditivas de colores. Cuando vemos transmisiones deportivas en programas monocromáticos, o sea en blanco y negro, nos extrañamos que los colores de la ropa de los jugadores no salgan como esperamos por ser conocidos; por ejemplo la ropa azul se ve blanca y no negra como lo esperamos, porque al mezclarse con un poco de luminosidad amarilla resulta una mezcla aditiva que da tono blanco. Con otros colores de las escenas captadas, como no los conocemos, no causan extrañeza. Demás está decir que este incidente no ocurre en la televión en colores por captarse y reproducirse todos los colores de la escena.

Día 2

En la jornada pasada hemos analizado todo el problema de la visión de los colores por parte del ojo humano y algunos de los puntos tratados pueden haber resultado sorprendentes para muchos lectores. La verdad es que nos acostumbramos a las rutinas de la vida y no analizamos las maravillas que tenemos a nuestra disposición. Esencialmente hemos tratado la teoría del color hasta donde la necesitamos para saber que cualquier color puede descomponerse en tonos básicos, los que al ser mezclados nuevamente dan el color original; tal particularidad permite realizar la televisión en colores, según comenzaremos a ver en esta jornada y seguiremos tratando en el resto del libro. También hemos analizado la manera de captar los colores por el ojo y llegamos a la conclusión de que el mismo cuenta con captores de colores básicos y que éstos son el azul, el verde y el rojo. Luego, un sistema de televisión en colores deberá tener elementos captores de esos tres colores básicos y convertirlos en una señal eléctrica, para poder enviarlos a los receptores en los que se realizará el proceso inverso, es decir la recomposición de los colores básicos para dar la imagen policromática. Aquí tenemos ya el tema de esta jornada, que nos ocupará tratando primero la representación gráfica del color, es decir que podamos llevarlo a gráficos y luego veremos la subdivisión de la policromía de escena en porciones de los colores básicos que deben ser convertidos en señales eléctricas. El resto del temario comentado quedará para el capítulo próximo. Consideramos importante destacar que las definiciones y las cifras que se dan en el texto que sigue deben ser recordadas pues se mencionarán frecuentemente en adelante.

LOS COLORES DAN SEÑALES

Si este fuera un libro que tratara sobre fotografía, podríamos seguir hablando de colores y sus combinaciones, pero como nuestro tema es la televisión policromática, hay que ubicarse de inmediato en la necesidad de convertir esos colores en señales eléctricas, porque necesitamos enviarlas desde el emisor hasta los receptores, tal como se hace con la radiofonía y la televisión monocromática. Y para convertir un color en una tensión o una corriente eléctrica necesitamos valorarlo, clasificarlo, asignarle cifras que respondan a sus magnitudes o a sus características. Dicho de otra manera, si necesitamos enviar un color rojo desde un lugar a otro distante, tenemos que convertirlo en una *señal*, ya que ésta es la palabra preferida para designar a las corrientes o tensiones cuyas particularidades permitan definirla en forma fehaciente. Las señales alternas, sean tensiones o corrientes, pueden presentar particularidades que hagan destacar diferencias definidas con otras señales, ya que pueden tener diferentes su amplitud, su frecuencia y su forma de onda. Si una señal eléctrica es representante de un color, podemos identificar a éste mediante su amplitud y su frecuencia, puesto que ya sabemos que un color queda identificado por una longitud de onda, lo que corresponde a una frecuencia definida. Y la intensidad lumínica de ese color puede hacerse corresponder a la amplitud de la señal. Ya tenemos esbozado el método de transformar color en señal y ésta nuevamente en color, en forma muy simplificada pero no por ello menos real.

Claro, en cuanto hablamos de conversión de una cosa en otra que le sea equivalente, se hace indispensable hablar de cifras, de cantidades, para evaluar convenientemente la cosa original y la cosa que resulta de la transformación. Por ello debemos asignar cifras a los colores, hacer gráficos

con los mismos, y para tal fin comenzaremos a dar definiciones a efecto de conocer bien las magnitudes que debemos representar.

Definiciones fundamentales

En virtud de las consideraciones precedentes, las definiciones de que hablaremos tienen vinculación simultánea con conceptos ópticos y eléctricos, ya que debemos admitir que no podremos prescindir en adelante de tal dualidad o superposición de conceptos. Así debemos definir el matiz, la pureza, la crominancia y la luminancia. Más adelante habrá otras particularidades para definir, pero las mencionadas son de tal importancia que les hemos dado en el título el carácter de fundamentales.

Matiz. Es lo que vulgarmente se llama color o tonalidad y que responde a una onda que tiene una longitud determinada y por tanto una frecuencia también determinada. Si expresamos un matiz por su longitud de onda, por ejemplo 5450 A°, se trata de una tonalidad amarilla y no puede ser otra. Un matiz puede ser monocromático o policromático, pero conociendo su longitud de onda puede sér reproducido. En el caso de la televisión se trabaja con sus componentes de los tres colores básicos y también cada matiz queda ubicado indefectiblemente por tres cifras, que son las proporciones de rojo, verde y azul que contiene.

Pureza. También llamada *saturación*, esta particularidad se refiere al contenido de blanco que tiene un color. Si tomamos un cristal color verde vemos su color, pero si le hacemos incidir luz blanca lo vemos más claro. Ese verde tiene su cifra de longitud de onda y al aclararse por efecto del blanco incorporado no altera su longitud de onda. Es decir que el agregado de blanco no cambia el matiz del color pero altera su pureza. Y entonces tendremos una cifra que la hacemos variar de 0 a 1, asignando la cifra mayor a la pureza total o sea a la ausencia de blanco. Un matiz con pureza 0,5 o, si se prefiere 50%, tiene incorporado esa proporción de blanco. Si seguirmos agregando blanco se va debilitando la sensación de color y nos impresiona como si cambiara de matiz. Ejemplo típico de esta situación la tenemos en el rojo, que con pureza 1 presenta una tonalidad definida, pero si le agregamos blanco va adquiriendo tonalidad rosada cada vez más clara hasta que con purezas de 10% o menos parece directamente blanco.

Crominancia. Combinando los dos conceptos anteriores, es decir el matiz y la pureza, tenemos las dos particularidades de un color, y de esa combinación surge el concepto de crominancia. Es decir que esta palabra engloba las particularidades de un color determinado. Si se convierte un color en una señal eléctrica, la misma se deberá llamar *señal de crominancia* y sus características eléctricas permitirán convertirla en un color que es idéntico al que le sirvió de base.

Luminancia. Si dejamos de lado por el momento al color y tomamos una luz blanca que llega al ojo, podemos considerar un valor lumínimo si hacemos una escala entre el blanco intenso y el negro u oscuridad absoluta. Entonces la cifra de luminancia representa un estímulo que actúa sobre la pupila del ojo y que puede variar desde cero hasta uno, expresando cantidades que van desde el negro absoluto o ausencia de luz hasta el blanco total y luminoso. Bien, con los colores podemos hacer lo mismo, estableciendo iguales cifras de luminancia para luces de color que producen idéntico estímulo en la pupila. Como el negro es ausencia de luz y el blanco puro es luz total, la luminancia, en cifras comprendidas entre 0 y 1 será equivalente a tonalidades grises que quedan comprendidas entre el negro y el blanco. Para aplicar esas cifras al color se comparan iguales estímulos recibidos por el ojo.

Y ahora que hemos dado las definiciones fundamentales, podemos entender el significado de las siguientes cifras asignadas a un color determinado que llega al ojo. Leeremos que ese color tiene un matiz que corresponde a 4320 A°, con pureza 0,75 y luminancia 0,50. Estas cifras permiten a un técnico de televisión reproducir, con instrumental adecuado, el color al que se refieren.

Y para completar el concepto que emana de las definiciones anteriores recordemos una comparación que hicimos entre la imagen de televisión y un cuadro, cuando se postulaba que para reproducir cualquiera de las dos cosas hacían falta tres tintas o colores básicos y la sombra que se obtiene con el negro; solo así la imagen obtiene el realismo que la identifica con el original.

Energía de la radiación

La luz es una onda que lleva su propia energía consigo, ya que está asociada a corpúsculos vibrantes. Un cuerpo emisivo que emite luz está emitiendo energía y a ello se le da el nombre de *radiación*. Es general que la radiación de luz esté acompañada de emisión de calor, y entonces las ondas de calor tienen naturaleza similar a las de luz. Más específicamente, si volvemos a la figura 5, en la parte inferior se encuentra al zona del infrarrojo, que es precisamente la radiación de calor.

En los gráficos que representan a la luz se dan muchas veces las curvas del contenido energético

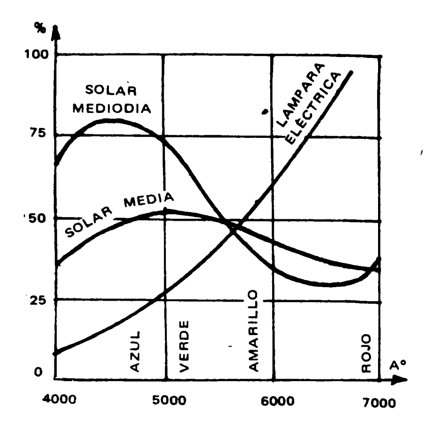


Fig. 9. – Curva que muestra la distribución espectral de la energía luminosa en la luz solar o natural, comparada con la luz eléctrica.

de la luz según sus coloraciones. Y es que de alguna manera la cantidad de luz de cada matiz contenida en la luz total radiada está vinculada directamente a la cifra de energía contenida.

Resulta interesante comparar la distribución de la energía radiada por la luz solar y un elemento difundido de iluminación artificial, como es la lámpara incandescente de tungsteno, la lamparilla eléctrica común. La figura 9 da esas curvas y vemos allí que para la luz solar hay dos curvas, ya que el contenido de energía discriminada por matices varía durante el día. Tenemos allí la curva correspondiente al mediodía y la media diaria. La tercer curva corresponde a la lámpara eléctrica común con filamento de tungsteno. De inmediato se observa en la luz solar una preponderancia de los tonos verdes y azules y una menor radiación de los tonos amarillos y rojos. Recordemos que la sensibilidad del ojo tiene características contrarias a las dadas para la luz solar, y esto nos dice que precisamente el ojo se comporta de tal manera para compensar las diferencias de radiación de los matices que el hombre encuentra en el mundo en que vive.

Si ahora observamos la curva correspondiente a la luz radiada por una lámpara eléctrica, notamos que la misma acusa preponderancia para el rojo y caída para el verde, cosa de la que ya nos ocupamos anteriormente. Estas particularidades han debido ser tenidas en cuenta para el diseño de los sistemas de televisión en colores.

Sensibilidad del ojo humano

Ya hemos hablado en dos oportunidades de la sensibilidad del ojo humano a los diferentes matices de la luz y ahora debemos dar cifras en lugar de hacer simples menciones abstractas. El ojo presenta muy distintos grados de sensibilidad a los diferentes matices contenidos en la luz policromática. Claro que para dar un gráfico de esa particularidad hay que hacer mediciones con luces monocromáticas puras y representar magnitudes o amplitudes relativas. Tomando una escala de ordenadas que va de cero a 100 y asignando la cifra 100 al matiz de mayor sensibilidad que es el amarillo, podemos ver el resultado en la figura 10. Las abscisas dan las longitudes de onda de los rayos de diferentes matices y también se han indicado las zonas para cada color.

Este gráfico nos dice muchas cosas. En primer lugar, para dosificar las luminancias de los matices en la reproducción de la imagen, deberá tenerse en cuenta la curva de la figura 10, porque los elementos captores del color de la escena no son ojos humanos sino cámaras de toma. De alguna manera habrá que dosificar la intensidad de los colores básicos para que la coloración general de la escena responda lo más posible a la realidad que ve el ojo humano, que no será científicamente perfecto, pe-

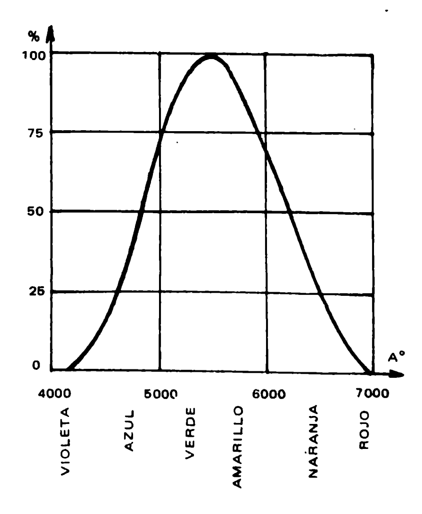


Fig. 10. – Curva que da la sensibilidad espectral o cromática del ojo humano para apreciar sus distintas sensibilidades a los diversos matices.

ro cuyas características deben ser respetadas, pues en caso contrario el teleespectador opinaría que la imagen que se le brinda es irreal.

Los tres colores para TV

Desde que se comenzó a estudiar la posibilidad de realización de los sistemas de televisión policromática se partió siempre de la premisa que había dos condiciones inamovibles a cumplir: una era que los tres colores básicos debían ser los mismos que los que usa el ojo humano y la otra que la reproducción de los matices debía seguir una ley de amplitudes inversa a la del ojo, porque la captación la hacía una cámara de toma y no la vista del hombre. Entonces, esa captación cromática debía brindar los colores naturales a la escena reproducida. Aclaremos ambos conceptos pues son muy importantes.

Los tres colores básicos son el rojo, el verde y el azul, y de eso no hay ninguna duda. Pero para definir un matiz falta dar las cifras de su longitud de onda. Si en la reproducción de la escena fuera conveniente para obtener resultados mejores alterar algo los matices de los colores básicos, no hay inconveniente, ya que se trataría de alteraciones leves. Así resultó que después de laboriosas investigaciones se adoptaron los tres colores básicos con los siguientes matices:

Rojo de 6500 A°
Verde de 5300 A°
Azul de 4600 A°

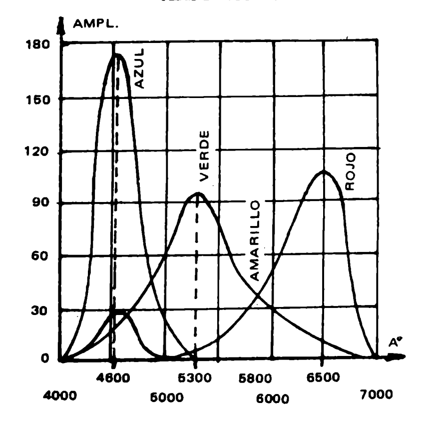


Fig. 11. – Distribución en el espectro cromático de las características de los tres colores básicos para televisión.

Veamos ahora la sensibilidad de captación de los tres colores básicos aludidos, que deben presentar, como se dijo, una curva resultante de tendencia inversa a la sensibilidad espectral del ojo humano. La figura 11 muestra esas tres curvas, con una escala vertical de amplitudes relativas para finalidades de comparación. La máxima sensibilidad o amplitud en cada color básico se produce precisamente para la longitud de onda dada anteriormente. Si recordamos que el amarillo tiene una longitud de onda de 5800 A°, vemos en el gráfico que para esa abscisa se produce el corte entre las curvas del verde y el rojo, marcando la mínima sensibilidad conjunta. Precisamente el ojo humano tiene su máxima sensibilidad en el amarillo, o sea que se cumple con la condición de características inversas. Hacia ambos lados del amarillo la sensibilidad integrada por los colores básicos crece y la del ojo humano decrece.

Ya tenemos las características de los tres matices básicos usados en la televisión en colores y ellos se determinan mediante cifras de longitud de onda y de intensidad luminosa o, como hemos dicho que se introduce un nuevo concepto, de luminancia. Con esos datos podríamos representarlos a ellos y a cualquier otro color en un gráfico que contenga la información que se necesita para dimensionar un sistema de televisión policromática. Hubo varios intentos para normalizar la representación gráfica de los colores y finalmente quedó firme el propuesto por el International Commitee of Illumination (I.C.I.) del que nos ocuparemos de inmediato.

Gráfica del color

Si partimos de la consideración inicial de que los tres colores básicos sumados dan la luz total policromática, podemos escribir eso en forma de una ecuación:

$$\text{rojo} + \text{verde} + \text{azul} = 1$$

Donde el número 1 equivale a decir el 100%, ya que hemos dicho antes que en este tema se trabaja siempre con valores relativos. Por ejemplo, la mitad del total puede expresarse como 50% o como 0,5; usaremos la cifra decimal y entonces el total siempre se expresa con el número 1. Bien, para los gráficos se usan habitualmente diagramas cartesianos, con dos ejes perpendiculares: el horizontal o de abscisas, sobre el cual a las cantidades que se miden suele asignárseles la letra x, y el vertical o de ordenadas, a cuyas dimensiones se les asigna la letra y. Ahora bien, tenemos tres colores básicos, o sea tres variables y necesitamos otro eje, pero así entraríamos en la geometría tridimen-

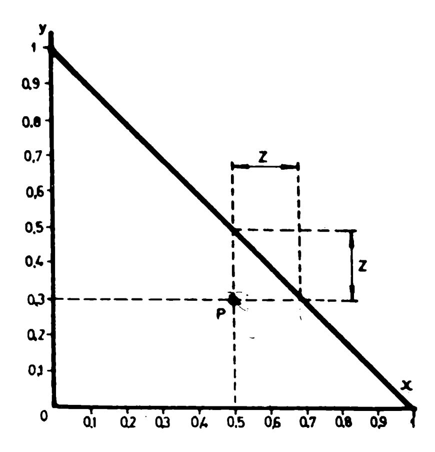


Fig. 12. – Representación gráfica de los colores mediante un triángulo rectángulo y sus tres coordenadas.

sional, que es complicada para dibujarla en un papel plano. Entonces se adoptó un tercer eje que forma con los anteriores la hipotenusa de un triángulo rectángulo de catetos iguales, tal como se lo ve en la figura 12. Las distancias desde cualquier punto interior hasta la hipotenusa, medidas en forma horizontal o vertical, son siempre iguales y les asignamos la letra z que es la tercer dimensión que necesitamos.

Ahora veamos lo que tenemos. Al contenido de rojo de un color le asignamos la letra x, al contenido de verde la letra y y al de azul la letra z. Luego, ya sabemos que:

$$x + y + z = 1$$

También podemos deducir de inmediato que si conocemos la proporción que hay en la luz total de dos de los colores básicos, la del tercero sale por diferencia; por ejemplo, si conocemos la proporción de azul y verde en el total, la de rojo vale:

$$x = 1 - (y + z)$$

Y también podemos deducir que la proporción de un color en el total se determina por simple relación. Por ejemplo, la proporción de verde en el total vale:

$$y = \frac{\text{verde}}{\text{rojo + verde + azul}}$$

En el gráfico los dos catetos tienen por dimensión la unidad y resulta que para cualquier punto contenido en el triángulo, si sumamos las tres coordenadas x, y y z siempre obtenemos la cifra 1 o sea la unidad. Veamos cómo se representa un color en este gráfico. Sea un matiz con 50% de rojo, 30% de verde y 20% de azul. Medimos en el eje horizontal, para la abscisa x una cantidad 0,5; en el eje vertical, para la ordenada y una medida 0,3 y por paralelas a los ejes obtenemos el punto P. Este punto debe distar de la hipotenusa (medida de z) una cantidad 0,2 y así ocurre si tomamos la medida en forma paralela a cualquiera de los dos ejes.

Este triángulo pues representa todos los colores posibles, correspondiendo a cada matiz un punto en su interior. Pero hay una pregunta que formular y es: ¿Existen en la naturaleza todos esos colores? –No; prolijas comprobaciones demostraron que el triángulo visto es válido dentro de una zona de su interior. Abordemos este asunto que es sumamente interesante.

El triángulo cromático del ICI

Pasemos a la figura 13 que repite el triángulo de la anterior, pero dentro del mismo se han dibujado varias cosas. Primero expliquemos la figura que quedó sin rayar. Cuando preguntamos si existen en la naturaleza todos los colores que podían representarse dentro de ese triángulo, en realidad debíamos haber preguntado si el ojo humano podría percibir todos esos colores, ya que la existencia de un color se comprueba por lo que podemos ver. Si hay otros colores no lo podemos comprobar o no tendría valor práctico hacerlo. Bien, sabemos ya que el rojo es visible hasta una longitud de onda de 7000 A°, luego toda abscisa mayor que esa no tiene sentido. Marcamos en la zona del rojo el punto B que corresponde al rojo visible. Para el verde el límite es el dado por el punto D y para el violeta el punto A marca el límite con el ultravioleta que es invisible. La figura no rayada que adopta la forma de un triángulo redondeado marca el límite de los colores visibles. Todo color que caiga fuera de ella se considera invisible.

Sigamos analizando el gráfico. Si buscamos un punto que tenga igual contenido de los tres colores básicos el mismo se produce para coordenadas iguales a 0,33, ya que sumando las tres obtenemos la unidad. Tal punto es el E y se denomina *punto blanco*.

Otra particularidad es que las rectas que pasan por E dan en el gráfico puntos que corresponden a colores complementarios. Por ejemplo la recta AF da extremos en los matices violeta y amarillo, que son complementarios. La recta BG da extre-

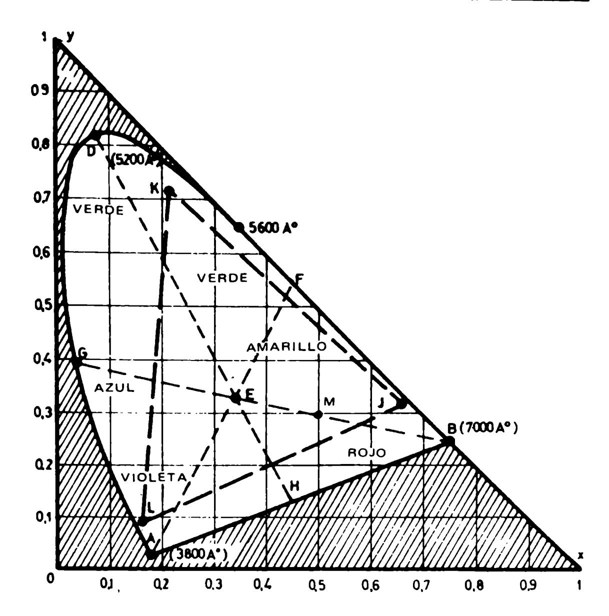


Fig. 13. – El triángulo cromático del ICI con todas sus características que permiten definir un matiz, marcar la zona de blanco, y otras propiedades.

mos en los matices rojo y azul, y la *DH* termina en zonas verde y naranja, siendo ambos pares complementarios.

Todavía le encontramos otra utilidad al triángulo cromático. Si observamos el punto blanco *E*, que marca el centro de la zona de matiz blanco, tomemos una recta cualquiera que pasa por *E*, como la *GB*. Un punto elegido arbitrariamente como el *M* en el tramo *EB* marca un matiz de color y que, por no estar en la línea de contorno que encierra a la figura sin rayado, no será puro o sea que tendrá una cierta proporción de blanco. Bien, esa proporción puede determinarse fácilmente dividiendo las medidas de los dos tramos:

$$\text{grado de pureza} = \frac{ME}{BE}$$

Y es fácil comprobar mediante una reglita graduada que el punto *M* tiene un grado de pureza de 0,4 o sea del 40% . El punto *E* tiene grado de pureza cero y el *B* de 100%

Y ahora analicemos el problema del triángulo cromático vinculado con la televisión en colores. Toda la zona del contorno de la parte sin rayar dentro del triángulo cromático de la figura 13 representa los colores puros en forma absoluta, o sea que no contienen nada de blanco. Tal situación se presenta rara vez en la naturaleza y puede afirmarse que ocurre menos si se trata de escenas a captar con luz artificial. Entonces resultaba oneroso el diseñar sistemas que ampliaran su gama de captación cromática para que fuera útil en muy contadas ocasiones. Después de prolijas investigaciones se limitó, dentro de la zona posible del triángulo cromático (parte sin rayar en la figura 13) un segundo triángulo interior, el *JKL* que abarca los matices que puede captar y reproducir la televisión en colores. No debemos mirar esto con desencanto, pues en la práctica, disfrutando de un programa de TV policromática, tenemos la sensación de que aparecen todos los colores de la naturaleza. Veamos cómo se fija ese triángulo en el diagrama.

Cada vértice del triángulo *JKL* corresponde a uno de los colores básicos que ya hemos mencionado y entonces hay que dar la posición del mismo mediante sus coordenadas. Se adoptaron esos puntos así:

rojo (6500 A°): $x = 0{,}67$; $y = 0{,}33$
verde (5300 A°): $x = 0{,}21$; $y = 0{,}71$
azul (4600 A°): $x = 0{,}14$; $y = 0{,}08$

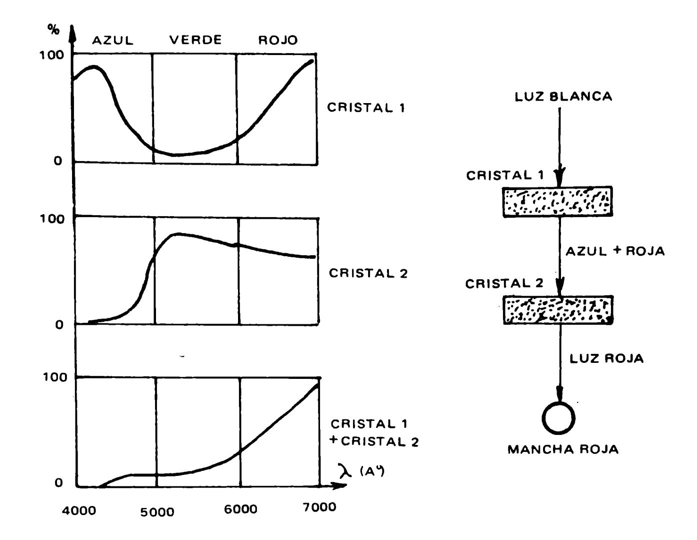


Fig. 14. – Mediante filtros de cristal coloreado se pueden obtener los colores básicos para una cámara captora de TV.

Todos los colores visibles en la televisión policromática deben estar comprendidos en el triángulo *JKL* y en la práctica se ha comprobado que la elección fue acertada, pues los televidentes en diversas encuestas han objetado detalles de diversa índole pero nadie opinó que la gama de matices fuera incompleta.

Captación de los colores básicos

Ha llegado el momento de captar los colores de la escena para enviar la señal a los receptores policromáticos de TV y para tal fin necesitamos tubos captores que son similares a los que se usan para la televisión monocromática o sea de blanco y negro. Más aún, podemos usar tres tubos captores de ese tipo, cada uno de los cuales captará uno de los colores básicos y entregará al equipo transmisor tres señales básicas, las que convenientemente matrizadas se emplean para modular la onda portadora que se irradiará al espacio. Claro está que no hace falta emplear tres cámaras captoras completas, pues pueden ser tres conjuntos ópticos monocromáticos en un bloque.

Veamos la manera de realizar la captación monocromática. La escena iluminada tiene todos los colores visibles y debemos tomar de ella el contenido de luz roja, de luz verde y de luz azul. Entonces hay que colocar un filtro delante de cada lente captor, para que pase a través del mismo sólo uno de los colores básicos.

Tomemos uno de los colores básicos como ejemplo: el rojo. Coloquemos un cristal de óxido de cobalto, que absorbe el verde y el amarillo e inmediatamente después un cristal de sulfuro de cadmio (ver figura 14) que absorbe el azul. Evidentemente la acción superpuesta de los dos cristales dejará paso únicamente a la luz roja y en el lente captor de la cámara destinada al rojo tendremos mancha roja. Los gráficos de la izquierda muestran el espectro emergente de cada filtro y el efecto superpuesto de ambos cristales que da por resultado que sólo pasa luz de longitud de onda alrededor de los 7000 A°, en proporciones considerables, con residuos de otras longitudes de onda. Idéntico procedimiento se emplearía para los otros dos colores básicos, el verde y el azul, con cristales de otras composiciones y obteniendo en las lentes de las otras dos cámaras manchas verde y azul respectivamente.

Las primeras cámaras captoras usaban este sistema pero posteriores investigaciones simplificaron el procedimiento mediante los llamados *espejos dicroicos*. El principio de acción está ilus-

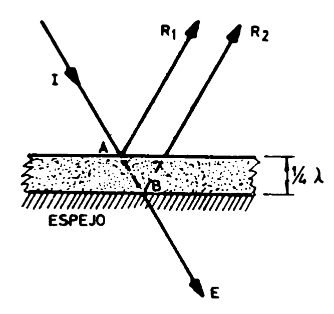


Fig. 15. – Principio de acción del espejo translúcido del tipo dicroico que refleja o da paso a ciertos rayos luminosos.

trado en la figura 15. Por lo pronto son muy delgados, pues su espesor debe ser de un cuarto de la longitud de onda del rayo que se quiere seleccionar, lo que nos dice que se trata de una infinitésima capa depositada por medios electroquímicos. Por ejemplo, para el color rojo de 6000 A° el espesor es 0,00015 mm.

Veamos el mecanismo del fenómeno. El rayo luminoso policromático I incide en el punto A de la cara superior y se refleja según R_1 y al llegar a la cara inferior, punto B, se refleja según R_2, siguiendo su camino una parte E del rayo incidente. Todo esto ocurre por la semitransparencia del espejo, pues tal es su característica física destacada. Los rayos R_1 y R_2 tienen un defasaje de medio ciclo. Con otros espesores se consiguen defasajes de un ciclo entero y otros.

Para aclarar lo dicho veamos la figura 16. El primer gráfico (a) muestra un espejo que refleja el verde y el azul y deja pasar el resto, o sea:

$$1 - (V + A) = R \text{ (rojo)}$$

Y las curvas del gráfico superior muestran que el color pasante tiene longitudes de onda por encima de los 5700 A°, que en la figura está expresado en miles de A°.

El gráfico (b) muestra un espejo dicroico que refleja la luz por encima de los 5300 A°, dejando pasar la luz que tiene longitudes de onda inferiores a esa cifra o sea el color azul:

$$1 - (V + R) = A \text{ (azul)}$$

Combinando los dos espejos se tiene una banda pasante que corresponde al color verde como se ve en el gráfico (c). Estos espejos se depositan sobre placas circulares de cristal para facilitar su colocación en los objetivos de la cámara de toma.

La cámara captora tricolor

Conociendo las posibilidades de las lentes dicroicas veamos la manera de armar un conjunto de ellas para formar una cámara captora tricolor, o sea una cámara con tres juegos ópticos, uno para cada color. Posteriormente cada cámara convertirá el efecto luminoso monocromático en una señal eléctrica que constituirá una de las tres señales de crominancia con que se modulará la portadora de color y llegará a los receptores policromáticos, en los cuales se realizará un proceso de demodulación para enviar el resultado al tubo de imagen, cosa que veremos oportunamente.

A título ilustrativo veamos el sistema óptico de una cámara captora tricolor, que mostramos en la figura 17. La luz policromática reflejada por la

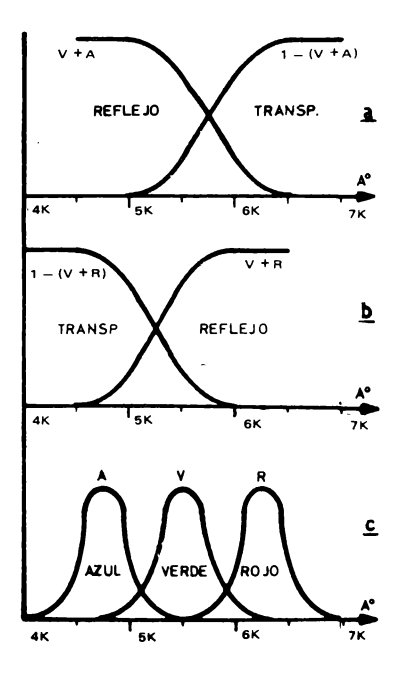
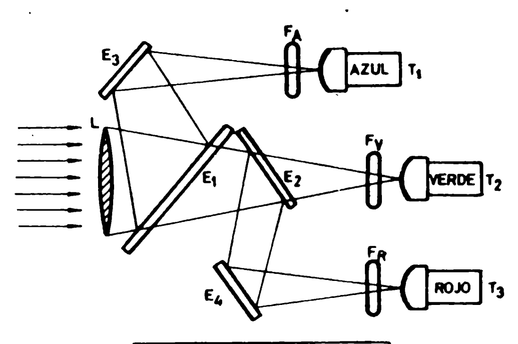


Fig. 16. – Gráfica demostrativa de la acción de los espejos dicroicos usados para cámaras captoras de televisión.



ESPEJO	REFLEJO	TRANSP.
E1	AZUL	VERDE–ROJO
E2	ROJO	VERDE
E3	AZUL	—
E4	ROJO	—

Fig. 17. – Formación de una captación tricolor mediante un juego de espejos dicroicos distribuídos convenientemente.

escena a captar incide sobre la lente frontal L y encuentra el espejo dicroico E_1 que refleja la luz azul hacia el E_3 y deja pasar la verde y roja hacia el E_2. La luz azul del E_3 ya va hacia el tubo captor T_1 pasando por un filtro adicional F_A que completa la eliminación de los residuos de verde y rojo. Las luces verde y roja emergentes del espejo E_1 van al E_2 el cual deja pasar la verde que va a la cámara T_2 a través de un filtro adicional F_V para eliminar vestigios de rojo. Y finalmente, el espejo E_2 refleja la luz roja sobre el E_4, el que a su vez la refleja hacia el tubo captor T_3, pasando por el consabido filtro adicional F_R. El cuadrito que incluye la figura 17 resume la actuación de los cuatro espejos dicroicos y permite seguir fácilmente el proceso que hemos explicado.

Cabe apuntar que en las modernas cámaras captoras tricolor se han reemplazado las lentes espejadas dicroicas por prismas de cristal, en cuyas caras se aplica la capa dicroica necesaria. A título ilustrativo mostramos una cámara tricolor como la mencionada en la figura 18. Se puede seguir allí el recorrido de los rayos luminosos en sus sucesivas reflexiones o pasos directos, todos ellos

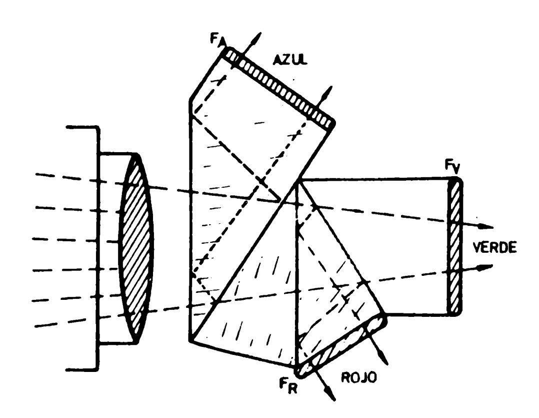


Fig. 18. – Los espejos dicroicos fueron reemplazados posteriormente por prismas de cristal con aplicación dicroica.

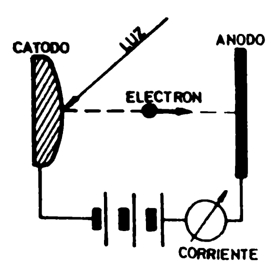


Fig. 19. – Visión simplificada del fenómeno de emisión fotoeléctrica que se produce en sustancias fotosensibles como el cesio.

cumpliendo similares procesos que los explicados para la figura anterior.

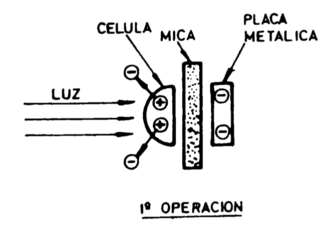
Y se han producido otras mejoras en las cámaras policromáticas modernas, como el uso de lentes cóncavas y las lentes repetidoras, que permiten acortar los recorridos de los rayos luminosos a fin de poder acercar las cámaras al objetivo. Pero este tema escapa al previsto para este libro, dedicado específicamente a los receptores policromáticos, de modo que terminamos aquí las referencias a la planta emisora.

Conversión de luz en señal

Hemos visto cómo la luz policromática incidente en las tres cámaras captoras se separaba en tres rayos monocromáticos básicos que constituyen la esencia de la televisión policromática. Falta saber cómo transformamos esas tres luces en tres corrientes o tensiones, o sea las tres señales de crominancia que deben ser enviadas a los televisores para formar en ellos la imagen en colores.

Comencemos por recordar el principio básico de transformación de luz en corriente, el cual se basa en el descubrimiento de Einstein o sea la célula fotoeléctrica, que ilustramos sintéticamente en la figura 19. Tal fenómeno ocurre en algunas sustancias como el *selenio*, el *cesio* y otras, cuando incide sobre ellas un rayo de luz y se constata la emisión de electrones. Si colocamos frente a la pastilla de cesio una placa metálica y polarizamos convenientemente al par de elementos, de modo que el cesio sea negativo respecto a la placa o ánodo, los electrones emitidos irán al ánodo y se establecerá una corriente acusada por el instrumento intercalado en el circuito.

Para aprovechar ese principio en la televisión se ideó colocar una gotita de cesio contra una placa de mica, detrás de la cual hay una placa metálica, según lo indica la figura 20. En una primera operación se hace incidir un rayo de luz sobre la celulita de cesio y ella emite electrones, con lo que queda cargada positivamente. Lógicamente, la placa metálica se carga negativamente por influencia, en cantidad de carga igual a la remanente de la célula; a su vez la de ésta es proporcional a la intensidad luminosa incidente. En una segunda operación hacemos incidir sobre la célula un rayo catódico, producido por emisión termoniónica, sobre la célula cargada positivamente. El rayo catódico es un haz de electrones o sea de cargas negativas, luego se neutralizarán las cargas positivas de la célula y por lo tanto quedarán libres las cargas negativas de la placa trasera, circulando una corriente por el resistor R y originándose entre extremos del mismo una tensión e, que es directamente proporcional a la intensidad luminosa del rayo de luz que llegó a la célula. Aquí tenemos la *señal* que buscábamos, pues tal como se



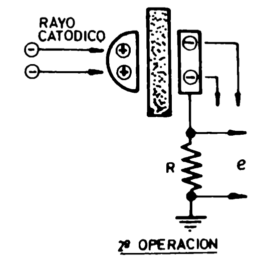


Fig. 20. – En dos operaciones sucesivas, la luz polariza la célula y el rayo catódico la despolariza, dando origen a una señal eléctrica o sea una tensión en el resistor *R*.

hace en televisión monocromática, la cámara captora tiene un damero con minúsculas celulitas de cesio, que reciben la luz reflejada por la escena y se cargan con cantidades variables de electricidad, dependiendo ello de la luminosidad de cada punto de la escena. Luego se hace un barrido con un rayo catódico, barrido horizontal en zig-zag y otro vertical, también en zig-zag para ir llevando suavemente el barrido horizontal hacia abajo, luego de lo cual se lo vuelve bruscamente hacia arriba y se inicia otro barrido horizontal y así siguiendo. Se hacen 50 barridos verticales y 15625 barridos horizontales por segundo. Todo esto es conocido por realizarse tales barridos en los tubos de imagen de los receptores de televisión.

Bien, ya tenemos la conversión de luz en señal y entonces las salidas de luces monocromáticas, con los colores básicos, de la cámara captora tricolor de la figura 17 por ejemplo, se aplica a dispositivos similares al de la figura 20 y obtendremos tres señales, una equivalente a la luz roja, otra a la azul y la tercera a la verde. Estas señales son las de crominancia, pues tienen magnitud que depende del matiz y de la saturación de los colores básicos. Más adelante veremos la manera de procesarlas para enviarlas a los televisores policromáticos para reproducir en sus pantallas la escena captada.

Día 3

Ya sabemos que los colores que tienen los objetos, paisajes, personas, etc., son en realidad sensaciones que recibe el ojo humano al llegar a él rayos de luz de distintas frecuencias que impresionan los elementos fotosensibles que contiene la retina. Todos los colores pueden ser compuestos por diversas proporciones de tres colores básicos y un sistema que realice similares funciones que el ojo debe basarse en ese mismo principio. Así llegamos a estudiar la forma como se ilumina una escena y la luz policromática que la misma refleja se subdivide mediante filtros en rayos monocromáticos de matices rojos. verdes y azules. Esos rayos pueden ser convertidos en señales eléctricas mediante materiales fotosensibles y se dispone así de señales que corresponden a cada punto de la escena captada. La señal de color, o sea de crominancia, varía de un punto a otro, que se recorren ordenadamente mediante barridos en zig-zag. Esas tres señales de crominancia tienen en cada instante un cierto valor de pureza, cifra que agregada a la del matiz le dan una ubicación en el triángulo cromático. Una vez obtenidas las tres señales de crominancia deben enviarse a los receptores para que en sus pantallas se forme la imagen policromática. Más adelante veremos que mediante un ingenioso matrizado se envían sólo dos señales de las tres, pero antes debemos estudiar los tubos tricolores de reproducción de la imagen, la cual aparecerá al ojo como policromática, por la combinación de los tres colores básicos. Claro que si hemos matrizado las señales de los tres colores para enviar dos de ellas, en el receptor habrá un matrizado inverso para obtener nuevamente los tres colores; pero este es tema para más adelante; ocupémonos primero de los tubos de imagen tricolor.

LOS TUBOS DE IMAGEN EN COLORES

Ya hemos advertido sobre la necesidad de que el lector conozca los componentes de la televisión monocromática, y el tubo de imagen o cinescopio es el más importante de ellos. Muy resumidamente, recordemos que tiene un frente de cristal bañado interiormente con una sustancia fluorescente que emite luz al recibir un rayo catódico. Tal rayo, que recorre esa pantalla en zig-zag, con movimientos rápidos horizontales y lentos de descenso, tiene una densidad variable, que se corresponde en cada punto de llegada con un punto luminoso de igual ubicación en la escena captada en la estación emisora. De este modo, las distintas luminosidades del punto reproducen la escena y eso se hace 50 veces por segundo, para que el ojo no perciba el cambio y en su lugar vea el movimiento, aparte de la luminosidad de la escena. Esta breve síntesis no sirve para saber cómo es un tubo de imagen y cómo funciona, pero dejamos al lector que desconoce el tema para que resuelva la situación leyendo cualquier libro sobre televisión en blanco y negro.

Para dar color a la imagen que vemos en el frente del tubo hay que hacer que el mismo sea sensible a los tres colores básicos, o sea usar distintas sustancias fotosensibles y colocarlas en forma de gotitas o de franjas y, como veremos, ambas soluciones se han adoptado. Cada gotita es sensible a uno de los tres colores básicos rojo, verde y azul, de manera que las gotitas deberán formar grupos de tres, para que el ojo haga la recomposición de los tres colores y vea el matiz original captado en la escena. Tales gotitas deben ser muy pequeñas para que la definición cromática sea real y podemos imaginar que la distribución de las mismas en el frente del tubo se

hace por procedimientos que excluyen la tarea manual.

También imaginamos que si tenemos tres señales de color que produjo la cámara captora tricolor que vimos en el capítulo anterior, necesitamos tres rayos catódicos para que cada uno, con sus densidades instantáneas correspondientes a cada punto de la escena captada, incidan sobre las gotas fotosensibles; el rayo de señal roja debe incidir siempre sobre las gotas que producen luz roja, el rayo de señal verde llegará a las gotas de luz verde y el azul a las que emiten luz azul. El ojo verá constantemente puntos luminosos formados por la mezcla de los tres colores básicos, es decir que verá en cada punto del frente del tubo el color captado en cada instante en la escena del estudio.

Cabe recordar que además de las particularidades cromáticas de cada rayo, los mismos llevan una cierta cifra o valor de luminancia, o sea de más o menos luz, y eso ya sabemos que representa el matiz de sombra que da realismo a la escena.

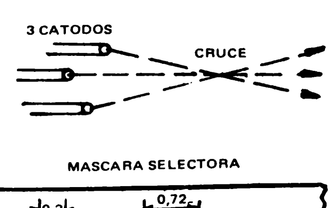
El sistema secuencial

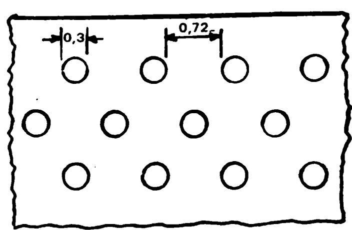
Los primeros logros en la televisión policromática no habían llegado a la pantalla con gotitas o franjas monocromáticas, sino que se pensó en reproducir los tres colores básicos en forma sucesiva y no simultánea. Así se colocó un disco con tres filtros monocromáticos que giraba delante de la pantalla. Es de imaginar el tamaño que tenía tal disco, ya que la imagen se veía a través de un sector del mismo. Los filtros eran triangulares, de lados curvos y estaban en el orden rojo-verde-azul. La rapidez del giro hacía que el ojo no percibiera que recibía las tres luces básicas en forma sucesiva y no simultánea. Tal característica hizo que el sistema se lo llamara *secuencial.*

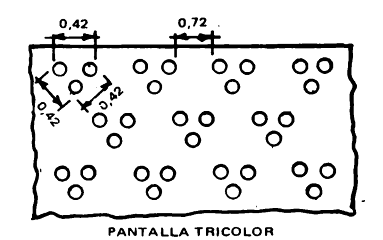
Pronto se consideró el sistema secuencial lleno de inconvenientes y comenzaron a investigarse las posibilidades de un sistema simultáneo, o sea en el cual el ojo viera simultáneamente los tres colores básicos para formar el matiz policromático. Veamos los logros en la materia.

El tubo tricolor de máscara selectora

La primera idea práctica para resolver los problemas mencionados fue la de dedicar una línea horizontal a cada color en lugar de un cuadro completo, de tal suerte que se podía mantener la frecuencia del barrido vertical exclusivamente para los cambios de cuadro 50 veces por segundo. Estos trabajos fueron realizados por la RCA. Pero las investigaciones continuaron y finalmente surgió







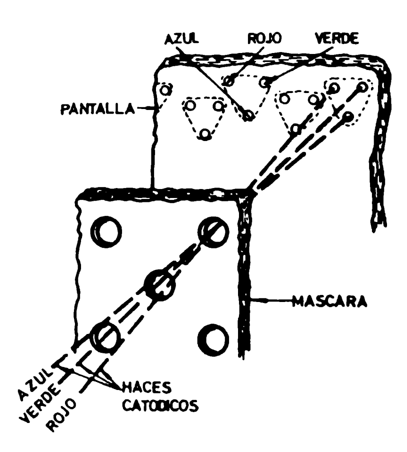


Fig. 21. – Principio de funcionamiento del cinescopio con máscara selectora.

la idea que iba a ser la solución definitiva y es la del *sistema simultáneo*, o sea, que los tres colores se reprodujeran al mismo tiempo y no en distintas exploraciones sucesivas como en el sistema secuencial.

Tal cinescopio tricolor se llamó: de *máscara selectora* para sus características de construcción (figura 21). La pantalla o frente del tubo está recubierta interiormente por una cantidad enorme de corpúsculos de forma triangular que tienen *cada uno* las tres capas fluorescentes monocromáticas con los colores primarios. Estos triangulitos tienen 0,42 mm de lado y están separados 0,72 mm entre sí. A la distancia normal a que se halla el observador no se pueden distinguir los puntos que reproducen los tres colores, sino que se ven mezclados, o sea formando la imagen policromática.

El sistema simultáneo se completa con tres cañones electrónicos, cada uno de los cuales emite un haz catódico correspondiente a un solo color, o sea que recibe una de las señales de video de la cámara captora. Falta ahora ver cómo se logra que cada haz incida sobre la parte del corpúsculo fosforado del color que le corresponde. Para ello los tres cañones están ubicados en los vértices de un triángulo equilátero, y en tal posición que sus haces se cruzan en un lugar del tubo donde se ha colocado un casquete metálico muy delgado (menos de 0,1 mm) que tiene una gran cantidad de perforaciones circulares de 0,3 mm de diámetro y espaciados en 0,72 mm, es decir, la misma distancia que hay entre los corpúsculos fosforados. Tal casquete se llama *máscara selectora o reguladora.*

Si en un momento dado se activa sólo el cañón correspondiente al rojo, el haz catódico pasa por un orificio de la máscara y llega a un corpúsculo de la pantalla, precisamente sobre el sector de fósforo de luz roja; lo mismo ocurre con los otros dos cañones y los sectores verde y azul del corpúsculo, pero se excita un solo corpúsculo ubicado en el centro de la pantalla y solamente ése. Pero aplicando las deflexiones horizontal y vertical a los haces catódicos, las mismas se cumplen para los tres haces simultáneamente y se barren todos los corpúsculos, logrando así los haces pasar por todos los orificios de la máscara perforada, pero siempre los tres haces se cruzan exactamente en un orificio e inciden en un corpúsculo por vez.

La figura 22 amplía la información acerca de este tubo tricolor, pues vemos las posiciones de la pantalla, la máscara, los tres cañones y las bobinas de deflexión y de enfoque, que en este caso se llama de *convergencia*, pués el objetivo de concentrar el haz catódico se amplía para lograr que los haces se crucen en la posición exacta de la máscara.

Cabe dar algunas cifras para destacar los resultados obtenidos. La máscara tiene unos 400.000 agujeros, lo que nos lleva a igual cantidad de corpúsculos tricolores en la pantalla, o sea, 1.200.000 puntos de color. Estos puntos dan luminosidades de un solo color cada uno, pero la intensidad luminosa varía de acuerdo con la amplitud de la señal de video en cada instante, la cual concuerda con la luminosidad captada en el estudio, en cada punto, al hacer la exploración de la escena.

Ajuste de la convergencia

En el cinescopio tricolor adquiere gran importancia la convergencia que debe lograrse para que cada haz llegue exactamente al punto fosforado de

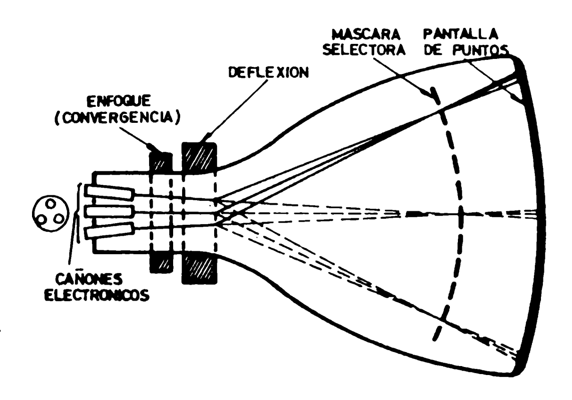


Fig. 22. – El cinescopio tricolor de máscara selectora con cañones en los vértices de un triángulo,

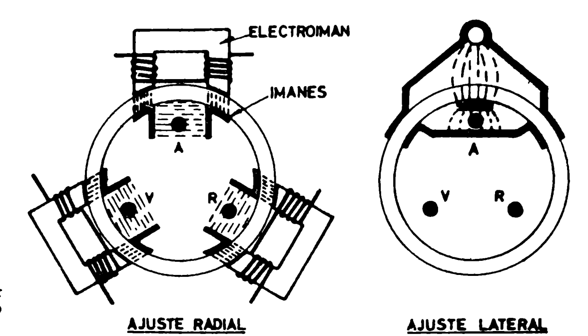


Fig. 23. – El sistema corrector de convergencia del cinescopio tricolor.

su correspondiente color. Si el haz de señal de rojo cae sobre un punto de fósforo destinado al azul se produce luminosidad violeta, que es la deformación que afecta a lo que se denomina *pureza del color*, lo mismo pasaría con mezclas de otros colores, y es de tal importancia el asunto que para mantener la pureza deben colocarse dispositivos correctores para cada color.

Hay dos registros que deben lograrse en la convergencia de los haces; uno se refiere al normal cruce de los haces en el orificio de la máscara y se llama *convergencia estática*. El otro se refiere al encuadre perfecto en los bordes del tubo, y es la *convergencia dinámica*.

Para la convergencia estática se montan en el interior del cuello del tubo unas piezas *polares* o imanes y en el exterior unos pequeños electroimanes con posiciones coincidentes con las anteriores (figura 23). Los haces del rojo, verde y azul pasan por entre las piezas polares. La densidad de los campos magnéticos de los electroimanes se varía regulando la intensidad de la corriente en sus bobinas, de manera que puede retocarse a voluntad la configuración de los campos resultantes y en forma independiente para cada color. Con ello se logran desviaciones radiales de los haces *R*, *V y A*. Este ajuste se llama *radial* y la convergencia lograda es la *radial* –componente de la convergencia estática.

La otra componente es la convergencia *lateral* que consiste en el desplazamiento tangencial de por lo menos uno de los haces, para cuyo efecto se eligió el azul. En el lado derecho de la misma figura 23 se muestra la manera de ajustar tangencialmente la posición del haz azul. Consiste en piezas polares internas y externas, dispuestas de tal modo que pueda desplazarse la segunda respecto de la primera y obtener así desviaciones laterales del haz azul. Este segundo juego de ajuste está colocado en el cuello del tubo un poco más cerca del extremo que el juego radial, el cual se halla ubicado más cerca del cuerpo del tubo.

Si observamos la figura 22 deduciremos que la pantalla fosforada debería ser una superficie completamente paralela a la de la máscara selectora. Aun cuando no es así, cerca de los bordes los ángulos que forman los haces catódicos se abren y se producen pequeños desplazamientos que hacen que los que pasan por un orificio no lleguen al corpúsculo fosforado que les corresponde. Esto se denomina *error de convergencia dinámica*, pues desde el punto de vista geométrico las posiciones de los elementos son correctas, pero en el funcionamiento se produce tal deformación.

Para realizar la corrección de la convergencia dinámica se emplean los mismos elementos colocados para la estática, o sea, los electroimanes que vimos en la figura 23 , sólo que hay que hacer una salvedad: para la corrección estática se emplea una corriente continua en las bobinas, mientras que para la dinámica se superponen a ellas corrientes de forma diente de sierra, con frecuencias coincidentes con las de los barridos horizontal y vertical. A estas corrientes diente de sierra se superponen otras de forma de onda parabólicas, pues la deformación de borde tiene una característica geométrica que corresponde a tales curvas. En tales condiciones, cada bobina de los electroimanes de convergencia requiere siete corrientes: una continua para corregir la convergencia estática, dos corrientes dientes de sierra y dos parabólicas con frecuencia de cuadro y otros dos pares con la frecuencia de línea, para corregir la dinámica. Todas esas corrientes requieren elementos variables para ajustarlas, y estos controles deben ubicarse fuera del alcance del usuario, pues el retoque se hace en el laboratorio. Es de notar que la alteración de uno de esos controles obliga a un ajuste de to-

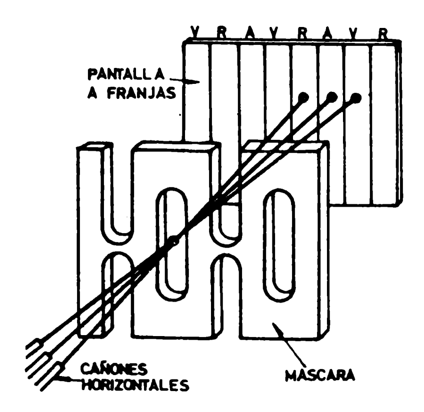


Fig. 24. – Cinescopio tricolor de máscara selectora modificado por la R.C.A.

dos los otros –tal es la complejidad del sistema.

Y todavía podemos mencionar los desajustes que origina la incorrecta posición del yugo deflector. Ellos afectan a la desviación de uno de los haces catódicos, haciendo que dicho haz caiga sobre un punto de color que no le corresponde, dando por resultado una incorrecta graduación de los tres colores primarios. Se altera así la *pureza de color*, y debe actuarse sobre la posición del yugo. Pero la pureza se altera, aunque el yugo esté bien ubicado y la convergencia haya sido correctamente corregida, por acción de campos magnéticos externos, lo cual es evidente porque cualquier campo actúa sobre los haces catódicos provocando que éstos se desvíen. Incluso el campo magnético terrestre puede ocacionar impureza de color. Esto obliga a hacer un ajuste de la convergencia en el lugar donde funcionará el televisor policromático y reajustarlo si se traslada el receptor a otro sitio. Asimismo, justifica la recomendación de los fabricantes de que no se coloquen encima o cerca de los televisores artefactos que tengan bobinas o imanes, pues éstos pueden causar desajustes en la convergencia de color.

Otros tubos tricolores

El cinescopio tricolor de máscara selectora se impuso durante un tiempo en los servicios de televisión tricromática eliminando a sus antecesores Posteriormente se le hicieron algunos perfeccionamientos en detalles y entre ellos merece citarse el de la RCA (figura 24) que dispone los fósforos monocromáticos en franjas verticales en lugar de triángulos corpusculares. La máscara selectora tiene ranuras alargadas verticales en lugar de orificios de formas circulares o hexagonales –esto último en algunos tubos comunes–. Los tres cañones electrónicos están dispuestos en el plano horizontal en lugar de la posición triangular que vimos anteriormente.

Es evidente que la disposición descrita reduce los problemas de la convergencia, ya que pequeños desplazamientos en sentido vertical no afectan a la pureza de color y sólo hay que cuidar con precisión el ajuste horizontal de los haces. La ventaja aludida ha permitido suprimir los imanes para ajuste de convergencia y con ello acortar el tubo en unos 45 mm. lo que lo ha aligerado en más de un kilogramo. El ajuste de convergencia se hace en fábrica y el conjunto de yugos se moldea de manera que quede adherido al cuello del tubo para evitar desplazamientos por transporte.

El sistema de franjas monocromáticas no se emplea solamente en el tubo de la RCA, sino que ha permitido desarrollar montajes tricolores con los tres cañones en línea formando un solo conjunto, como si fuera un único cañón electrónico con tres grillas que reciben secuencialmente las señales de crominancia de los tres colores básicos, mientras que la señal de luminancia suele aplicarse al cátodo. Los primeros tubos que se construyeron con ese principio fueron los *Trinitrón* de la Sony y eran de tamaño reducido para ser aplicados a televisores portátiles. Posteriores perfeccionamientos permitieron la construcción de tubos más grandes en Europa, Japón y E.U.A. –como los Chromatron, Colornetrón, Lymitron, N-line, los europeos de la línea ITT, etc.

El cañón de la Sony tenía los tres rayos monocromáticos en línea, y se enviaban a una lente de convergencia, de tal modo que emergían de la misma los haces que apuntaban hacia la pantalla. En los tubos posteriores se introdujeron ligeras variantes, pero siempre se mantiene la construcción en un solo bloque, de tal modo que se habla de un solo cañón (figura 25). Veamos el funcionamiento de los tubos tricromáticos basados en el sistema que acabamos de mencionar.

Esencialmente tenemos las franjas verticales de fósforos correspondientes a los tres colores básicos, pero la secuencia de las mismas es tal que hay doble cantidad de franjas verdes que de los otros dos colores. Esa secuencia no es excluyente, pués depende de la eficiencia de los fósforos empleados y del tono predominante que se desea dar a la imagen. Cerca de la pantalla hay una serie de alambres verticales contenidos en un plano paralelo a la misma, y en cantidad que es la mitad

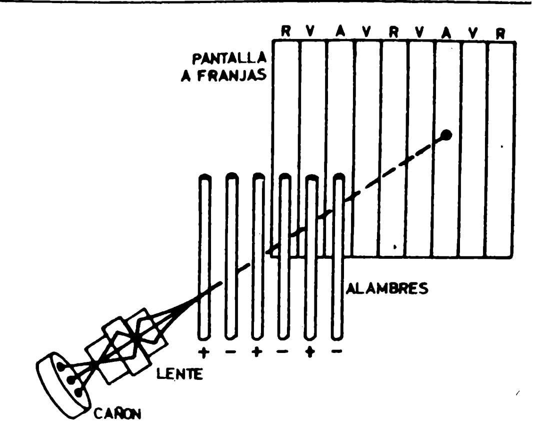


Fig. 25. Cinescopio tricolor de un solo cañón tipo Chromatron.

de la de franjas fosforadas. A estos alambres se aplica una tensión aceleradora que es del orden de la cuarta parte que la del ánodo acelerador conectado a la pantalla activada, pero la polarización se va combinando de tal modo que se logra incidencia de los haces catódicos en las franjas que correspondan.

Veamos esto en detalle: la figura 26 nos muestra tres diferentes polarizaciones de los alambres selectores. En el primer caso (a la izquierda), se han dado potenciales positivos a los alambres de orden impar, y entonces ellos desvían atrayendo a los haces catódicos, los que convergen sobre las franjas de fósforo rojo. En el segundo caso (figura central), se han polarizado positivamente los alambres de orden par y la convergencia de los haces se produce sobre las franjas azules. Y, finalmente, en el tercer caso (a la derecha), vemos que si los alambres quedan sin polarización los haces no se desvían y caen sobre las franjas verdes. Todos estos dibujos muestran los alambres y las franjas desde arriba, en cantidad mucho menor que la real, la cual conocemos por haberla mencionado anteriormente.

El problema de las polarizaciones de los alambres se resuelve sincrónicamente con la deflexión del haz catódico, ya que si bien la figura 26 nos muestra varios, ello corresponde a una secuencia

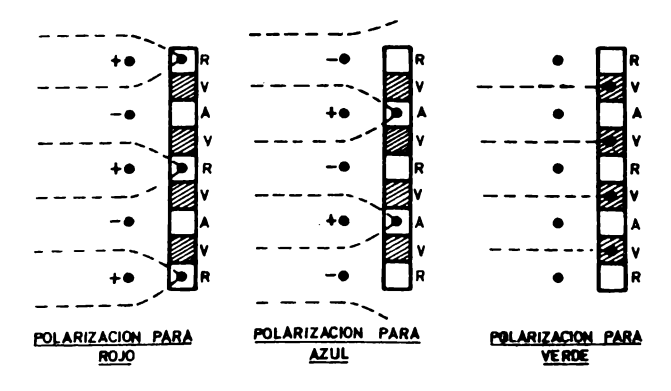


Fig. 26. – Forma de polarizar los alambres para obtener los tres colores básicos en la pantalla del tubo Chromatron.

del barrido horizontal. Deben adecuarse las secuencias de esas polarizaciones en forma concordante con el recorrido del punto luminoso en la pantalla, lo cual se resuelve mediante osciladores en forma muy simple.

Una variante del tubo anterior se introdujo en el modelo Colornetron, la cual consiste en una segunda fila de alambres verticales a fin de mejorar el enfoque. Este tubo da preponderancia al azul, por lo que sus franjas son el doble de las verdes o las rojas y la secuencia es similar a la vista en la figura 25 si se reemplaza la *V* por la *A*. Se fabrica para un diámetro de pantalla de 20 cm y presenta la ventaja de reducir la potencia invertida hasta la décima parte, cualidad muy apreciable en televisores pequeños.

Finalmente, cabe mencionar una variante introducida por la Sony de Japón en el tubo de tres cañones con franjas verticales y máscaras con ranuras, del tipo mostrado en la figura 24. En el mismo, al cual se denominó *Trinitrón*, la convergencia se logra mediante campos electrostáticos en lugar de magnéticos, lo que reduce notablemente su costo. Inclusive se ha suprimido la máscara selectora reemplazándola por la grilla de deflexión que realiza así una doble función.

El tubo 20AX de Philips

Dentro del principio mostrado en la figura 24, es decir que tiene máscara selectora, tres cañones horizontales y pantalla con los fósforos cromáticos en bandas verticales, la Philips ha diseñado su línea de tubos a los que llama 20AX, una versión de los cuales se encuentra en el mercado local. Estos tubos presentan innovaciones con respecto a los desarrollos anteriores y daremos un resumen de las mismas.

Es sabido que el astigmatismo es una deformación óptica provocada por la curvatura del cristalino del ojo que se ha deformado. Llevado a los dispositivos ópticos, la curvatura de los tubos produce generalmente este defecto. La idea de la Philips fue aprovechar un defecto para simplificar el diseño de los tubos cromáticos. En efecto, si se diseña un yugo deflector de modo que se produzca intencionalmente astigmatismo, puede lograrse que la convergencia de los haces catódicos se produzca precisamente en los orificios de la máscara selectora. De este modo la convergencia se produce en forma automática y no se necesita el laborioso proceso de ajuste que es típico en los otros tubos tricolores.

Cabe señalar que el automatismo de la convergencia en este tipo de tubo es inobjetable en el sentido que ha dado en llamarse Norte-Sud (N–S) pues se logra el efecto corrector mencionado, pero en el sentido denominado Este-Oeste (E–O) puede producirse la deformación de imagen que se llama *efecto almohadilla*. Esto ha sido superado por soluciones que aportó la misma fábrica vinculada al tipo de tubo que estamos describiendo, la cual consiste en un agregado circuital simple que se incorpora a la sección correspondiente a la deflexión vertical. Cuando nos ocupemos de los circuitos para televisores en color, capítulos 6 y siguientes, veremos este agregado para la corrección E–O.

Independientemente de la cualidad señalada, la fábrica mencionada ha introducido en esta serie de tubos otras mejoras para posibilitar la visión diurna de la imagen en color, aún en ambientes con profusa iluminación. Ello se ha logrado incrementando el brillo en un 70% y haciendo antireflectante la cara frontal del tubo. Estos tubos son denominados: de *alto brillo*. Todavía hay una innovación interesante en algunos modelos de esta serie y es la que se logra colocando depósitos de grafito entre las bandas verticales de fósforo cromático. Con este recurso se logra un aumento del contraste haciendo que la pantalla aparezca más negra.

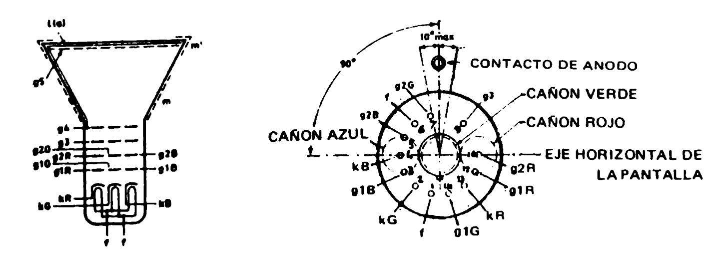


Fig. 27. – Ubicación de electrodos y disposición de los contactos en el zócalo de los tubos tricolores tipo 20 AX.

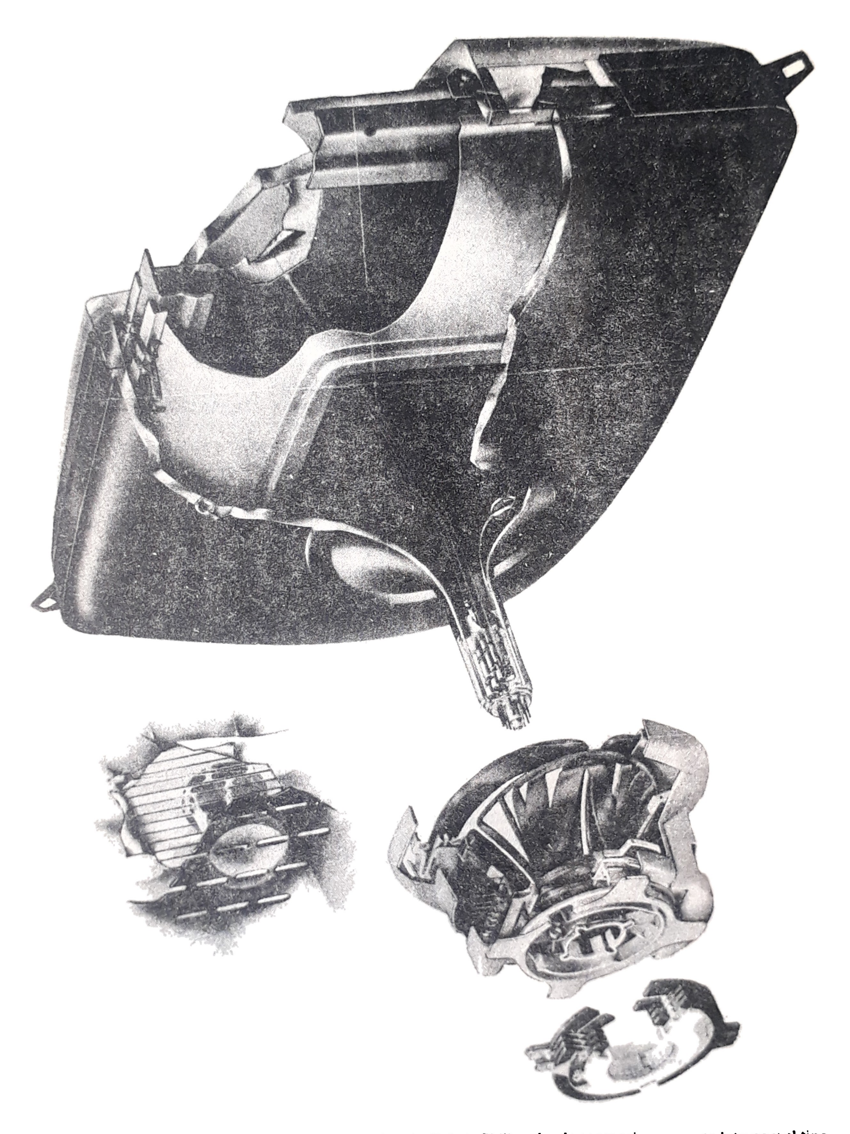


Fig. 28. - Vista de un tubo tricolor del tipo llamado 20AX de la Philips, donde se aprecia su aspecto interno y el tipo de yugo deflector que se coloca en el cuello del mismo.

Fig. 29. – TUBOS CROMATICOS DE CAÑONES COPLANARES

Fabricante / Angulo de deflexión	Dimensión de Pantalla (pulg)	Diámetro del cuello (mm)	Longitud del tubo (cm)	CAÑONES ELECTRONICOS	BLINDAJE MAGNETICO	YUGOS DE DEFLEXION	MASCARA PERFORADA	LUMINOFOROS	TUBO Y YUGO NOMINALES Sin corrección de convergencia	CANTIDAD DE AJUSTES DE CONVERGENCIA
Philips 20AX 110°	26 22 18	36,5	41 37 33	Cátodos de calentamiento rápido	Blindaje interno; reborde para el yugo	forma montura	ranuras cortas	líneas; R V A	22" 20AX; 3 mm corrección parabólica; 26" y 18" 20AX	22": 6; 26": 7; 18": 7; Son compensaciones de tolerancia
Sylvania uni-line 110°	28	36,5	43	Cátodos de calentamiento rápido	Blindaje interno	montura o toroidal.	ranuras cortas	líneas; R V A	12; 14; 14; 12	6 a 8 controles de convergencia
RCA* PI-system 90	20 18 16	29	42 39 36	Anillos de corrección de coma	Blindaje interno y externo	toroidal	ranuras cortas	líneas; V R A	Tolerancias compensadas en fábrica; Tubo y yugo cementados	
Toshiba SSL 90°	18 14	29	35		Blindaje externo	Horizontal: montura; Vertical: toroidal	ranuras cortas	líneas; R V A	4; 4	3 controles para convergencia dinámica
Toshiba RIS 110°	26 22 20 18 16	36,5	36 34 30	Corrección de coma	cono rectangular; Blindaje interno [illegible]	Horizontal: montura; Vertical: toroidal	ranuras u orificios	líneas o puntos; R V A	6; 6	9 a 11 correcciones de convergencia incluyendo ajustes mecánicos
Sony Trinitron 114°	22 20 18 13	29	34	Prisma para convergencia estática	Blindaje externo	Horizontal: montura; Vertical: toroidal	Líneas	líneas	2,5; 6; 6	2 controles para convergencia dinámica
NEC 110°	20 18	29	36 34	Anillos de corrección de coma	Blindaje externo	Horizontal: montura o Toroidal; Vertical: toroidal	ranuras cortas	Líneas	Similar a 7 c	
MEC 110°	18	29	34	Anillos de corrección de coma	Blindaje externo	Toroidal	ranuras cortas	Líneas puenteadas	4; 4	5 controles de convergencia dinámica

Además de las ventajas señaladas puede mencionarse que estos tubos incluyen el sistema de protección contra descargas esporádicas a las que se llama *flashover*; las mismas se propagan por todo el circuito y deterioran los semiconductores. En esencia se trata de descargas de fenómenos transitorios producidos en el circuito de extra-alta tensión por la acumulación de cargas del capacitor formado por los recubrimientos interno y externo del tubo de imagen. Para reducir la formación de estos transitorios en los tubos a los que se denomina *soft-flash*, se hace el recubrimiento interno con un cierto contenido de óxido de hierro que presenta alta resistividad y dificulta el avance de cargas transitorias a lo largo del mismo.

Veamos algunos detalles constructivos de estos tubos denominados 20AX. En primer lugar cabe aclarar que la cifra 20 que aparece en la sigla anterior no se refiere a las dimensiones del tubo, ya que se los construye de 18, 22 y 26 pulgadas de diagonal. Desde que es un tubo tricolor lleva 3 cátodos, uno para la señal del rojo, otro para el verde y el tercero para el azul. Sus cátodos son coplanares y la disposición de los electrodos puede observarse en la figura 27. Las iniciales correspondientes a los colores se han tomado de los nombres de los mismos en inglés: *R* de *red*, para el rojo; *G* de *green*, para el verde y *B* de *blue*, para el azul. En la disposición a lo largo del eje y en la distribución de conexiones en el zócalo de la figura se observan los tres cátodos. las tres grillas sensibles G_1 y las aceleradoras G_2 para cada color. Asimismo se observa la posición del zócalo con respecto al eje horizontal de la pantalla y la del contacto del ánodo.

En la figura 28 pueden apreciarse las características constructivas de uno de los tubos tricolores que fabrica la PHILIPS, al cual lo denomina *Concepto 20AX*. Puede verse en la misma un detalle del yugo deflector que se coloca en el cuello del tubo y el grupo de imanes correctores que se adosan al yugo antes mencionado. Este tubo, tal como dije anteriormente, pertenece al tipo ilustrado en la figura 24 pero presenta una serie de refinamientos que le ha introducido la fábrica y que se han mencionado.

Es interesante mostrar una tabla comparativa entre los distintos tubos de cañones coplanares como los que tiene el 20AX de Philips, para establecer las diferencias que poseen. Esta tabla tomada de una publicación local de FAPESA se muestra en la figura 29. Aparecen allí tubos de factura norteamericana, europea y japonesa, manteniendo cada uno las particularidades que cada fábrica ha dado a sus modelos.

Toda la información sobre el funcionamiento y los detalles constructivos de los tubos tricolores que se ha dado corresponde a la actualidad. En el futuro pueden aparecer otros tipos o perfeccionarse los existentes y la práctica dirá cuales innovaciones ofrecen ventajas importantes y cuales diseños prevalecen. En nuestro medio estamos cerca de comprobar tales aseveraciones por la proximidad de encarar la fabricación de televisores cromáticos.

Día 4

Después de haber estudiado la visión de los colores tenemos una idea clara de que para lograrla se toma el contenido de cada uno de los tres colores básicos que hay en todo objeto o escena y puede reproducirse con ellos el matiz original. Vimos también que las cámaras de toma captan la escena policromática mediante tres cámaras monocromáticas. una para cada color básico, y convierten la luminosidad cromática de cada uno en una señal eléctrica, llamada señal de crominancia. Y en la jornada pasada estudiamos la manera de convertir tales señales de color en puntos luminosos coloreados, que aparecen en cada lugar de la pantalla del tubo de imagen, para formar la escena original policromática gracias a la acción de los barridos en dicho tubo, que llevan los haces catódicos a lo ancho y a lo alto del frente del mismo. Durante las explicaciones surgió la particularidad de que con el contenido de dos colores puede obtenerse el tercero y ello nos simplificaría el tratamiento de las señales de crominancia, ya que manejaríamos solamente dos señales en lugar de tres. Este será nuestro tema para la presente jornada y anticipamos que resultará sumamente interesante, aparte de que su tratamiento es indispensable para poder proseguir con el tema general del libro. Y también en esta ocasión necesitaremos recordar algunos asuntos que se estudiaron en la televisión monocromática y que debemos suponer conocidos por los lectores.

MATRIZADO DE LAS SEÑALES DE COLOR

Desde que existe la televisión hubo que preocuparse por el hecho de que la irradiación al espacio de la señal de un país llega a los paises vecinos y era lógico que no debían producirse interferencias con las emisoras del segundo y hasta conveniente que en éste pudieran verse los programas emitidos por el primero. Así surgieron las *normas* que si bien, lamentablemente, no son universales, por lo menos lo son dentro de los continentes. Durante mucho tiempo las diferencias de normas continentales no causaban problemas por ser reducidas las áreas cubiertas por las emisiones, pero en la actualidad se cubre todo el planeta con la ayuda de satélites reflectores y entonces se debieron colocar transformadores de normas para adaptar las señales recibidas a las existentes en cada país.

Con la televisión en colores la rápida difusión de diferentes sistemas, originados en tres países de alto grado de investigación, hizo que el problema se presentara nuevamente y actualmente existen estaciones receptoras para señales vía satélite en las que se realiza la adaptación de las normas de origen con las usadas en el lugar de recepción. Diremos entonces que hay en el mundo tres sistemas fundamentales para la televisión policromática: el NTSC, el PAL y el SECAM. El primero lleva por nombre la sigla formada con las iniciales del *National Television System Committee* de los Estados Unidos, que adoptó el sistema que se sigue usando en ese país y en unos cuantos de América. El sistema PAL recibe su nombre de *Phase Alternation Line* (fase alternada por línea) y fue creado por Walter Bruch de la Telefunken alemana. Actualmente se usa en casi toda Europa, en Brasil y Argentina en América, y su uso se generaliza paulatinamente. El SECAM (*Sequentielle a memoire,* secuencial a memoria) se creó en Francia y se usa también en Rusia y no lleva miras de difundirse más. En este libro nos ocuparemos preferencialmente del PAL por ser el sistema adoptado en nuestro medio, en su variante *PAL-N* y más adelante haremos una descripción suscinta de los otros dos sistemas con fines ilustrativos.

Volviendo a las consideraciones sobre normas, podemos agregar ahora que también debieron fi-

jarse las que estipulaban las condiciones a cumplir por un sistema de televisión en colores. Lo primero que surge al respecto es que un programa emitido al aire con señales de color pueda ser visto en televisores monocromáticos, claro que en blanco y negro. Esto surge del hecho que la difusión de los receptores de color está limitada por su alto costo, lo que reduciría la cifra de audiencia y restaría valor comercial a la emisión. Las normas sobre compatibilidad hacen que el programa pueda verse por todos los televisores del área cubierta, en unos en colores y en los restantes en blanco y negro.

En cuanto a la posibilidad de ver programas emitidos via satélite en otros países, como pueden ser emisiones de otros sistemas, se requiere una estación receptora que haga la conversión de normas para enviar luego al aire el programa captado. En nuestro medio tenemos la estación receptora —adaptadora en Balcarce, Buenos Aires, que tiene esa misión.

Las frases precedentes nos han introducido en el tema de las normas, porque a partir de este capítulo tenemos que describir partes de un televisor que funciona según uno de los sistemas existentes y en nuestro caso será uno del sistema PAL-N por ser éste el adoptado para nuestro país. Se hizo necesario entonces mencionar la existencia de otras normas para ubicar nuestro tema, el matrizado de las señales de color, dentro de uno de los sistemas existentes.

El canal de televisión

El principio de compatibilidad mencionado obliga a que una emisión de televisión en colores se haga por una emisora mediante una señal que tenga idénticas características, en cuanto al espectro de frecuencias cubierto, que una señal monocromática. Recordemos entonces las características de tal señal, para lo cual nos remitimos a la figura 30. Un canal de TV ocupa en el espectro de frecuencias un ancho de 6 MHz y dentro de esa franja se ubican la portadora de video, a 1,25 MHz del borde inferior o de menor frecuencia, y la portadora de sonido a 0,25 MHz del borde superior. La de video está modulada en amplitud y la de sonido en frecuencia. La modulación de video es asimétrica, pues la banda lateral superior ocupa mayor ancho, unos 4 MHz mientras que la inferior ocupa solamente 0,75 MHz. Todo esto nos es conocido para la televisión monocromática.

Para emitir señal policromática y cumplir al mismo tiempo con la compatibilidad antes enunciada, no podemos alterar ni el ancho del canal, ni los tipos de modulación ni los sistemas sincronizadores. Resulta así que el espectro de frecuencias de una señal de TV-color tendrá el mismo aspecto de la figura 30. La información de matiz y pureza o sea la señal de crominancia, deberá insertarse en el gráfico aludido sin alterar su distribución. La información de luminancia es la que se llamaba de video en los sistemas monocromáticos.

El gráfico de la figura 30 es del tipo de amplitud-frecuencia y sabemos que su configuración no se mantiene durante todo el tiempo de la transmisión, pues la información de video, que forma la imagen en la pantalla, se interrumpe cuando el rayo explorador en el tubo de imagen retrocede para el barrido horizontal o sube para el vertical. Durante esos lapsos se emiten los pulsos de sincronismo de ambos barridos, horizontal y vertical, y los mismos forman trenes de onda que no llenan todo el ancho del espectro de 4 MHz que tenemos en la banda lateral superior.

Para aclarar esto observemos la figura 31 que muestra, dentro de esa banda superior, trenes de ondas que corresponden a los pulsos de sincronismo horizontal, pulsos que producen modulación de amplitud. Sabemos que la frecuencia de esos pulsos es de 15.625 Hz. Entonces, dentro de la banda lateral superior aparecen trenes de ondas en

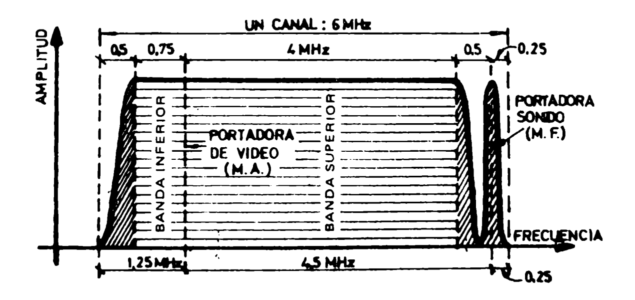


Fig. 30. – Espectro de frecuencias de un canal de televisión monocromático.

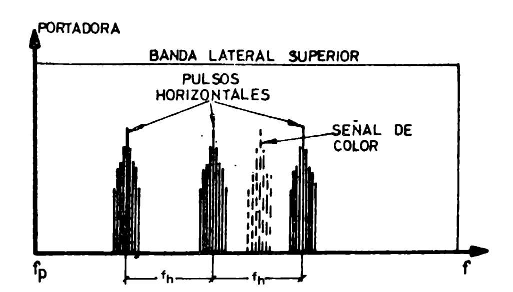


Fig. 31. – En la banda lateral superior de video, entre los trenes de pulsos de sincronismo horizontal, se inserta la modulación de color.

frecuencias que son f_h, $2f_h$, $3f_h$, etc, siendo f_h la frecuencia horizontal antes dada. Lógicamente, quedarán espacios vacíos dentro de la banda lateral superior y en ellos puede insertarse los pulsos de la modulación de color. Para tal fin se modula una portadora especial, llamada de crominancia, con las señales de color, luego se suprime tal portadora y quedan las bandas laterales cromáticas insertadas en los huecos que muestra la figura 31. Pero este tema merece tratarlo en detalle.

La modulación de color.

Desde que se decidió la inserción de la portadora de crominancia con sus bandas laterales de color en los huecos que dejan los trenes de pulsos de la modulación de luminancia, hubo que analizar la ubicación de la misma para evitar interferencias entre los trenes distribuidos a lo ancho de la banda lateral superior de la modulación de luminancia. Es evidente que tal inserción puede hacerse si se ubica la portadora en un lugar dado por el centro entre dos trenes sucesivos y tal lugar se encuentra tomando una frecuencia que sea una cantidad entera e impar de medios ciclos de trenes horizontales. Siendo la frecuencia horizontal de 15.625 Hz, tomamos su mitad y la multiplicamos por una cifra entera e impar, la que se adoptó como 459; resulta:

$$\frac{15.625}{2} \; 459 = 3.585.937$$

aprox. 3,58 MHz

y esta es la separación entre la portadora de crominancia y la de luminancia o video que tenemos en el canal de televisión normal.

La figura 32 nos completa la anterior, pues vemos allí la portadora de luminancia y separada de ella en la cantidad de 3,58 MHz, la de crominancia. A ambos lados de la misma aparecen las bandas la-

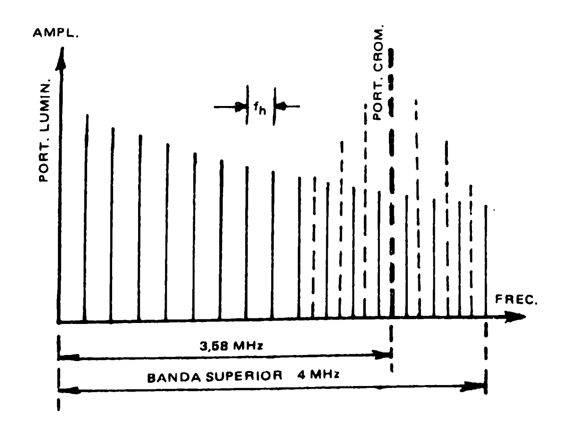


Fig. 32. – Inserción de la portadora de crominancia con sus bandas laterales en los huecos que deja la modulación de luminancia.

terales de color, intercaladas entre las barras o pulsos de la señal de luminancia. Esta configuración suele llamarse *peine* y la manera de insertar una portadora en los huecos de la modulación de otra toma el nombre de *portadora desplazada, entrelazado de frecuencia* o *portadora en off-set.* En el capítulo próximo veremos que las armónicas de la modulación de color no se pueden ubicar en el centro de cada par de armónicas de la modulación de video.

Ahora debemos estudiar la manera de producir esas señales de crominancia que insertaremos en los huecos de la modulación de luminancia, tal como lo propone la figura 32.

Ejes de referencia

A fin de entrar en materia recordemos algunos conceptos básicos vistos anteriormente. Hemos definido a los dos factores característicos de la luz policromática con los nombres de luminancia, que mide el estímulo recibido por el ojo comparado con igual estímulo que ocasione la luz blanca, y crominancia que resume el matiz y la pureza de un color. Ambas características se encuentran representadas mediante puntos perfectamente ubicados en el diagrama cromático de la figura 13. Mediante el mismo puede suponerse que para un punto determinado tomamos luz blanca con un grado de luminancia y luego la coloreamos para darle la tonalidad adecuada.

También debemos recordar la figura 10 que representaba la sensibilidad cromática del ojo humano, pues hemos dicho que para la reproducción de colores no podemos usar las intensidades captadas sino que debemos modificarlas para adecuarlas a esas características del ojo. Así se ha llegado a comprobar, mediante exhaustivas investigaciones, que si se toma un 59% de los tonos verdes, un 30% de los rojos y un 11% de los azules al captar una escena, se puede formar indistintamente la escena en color o en blanco y negro sin experimentar alteraciones sensibles con respecto a la escena original. Esto nos dice que, llamando Y a la información de luminancia, se puede escribir:

$$Y = 0{,}59\ V + 0{,}30\ R + 0{,}11\ A$$

Donde las letras V, R y A son las iniciales de los tres colores básicos. Entonces, para mantener la compensación de la sensibilidad del ojo, deben aplicarse a los tubos captores de cada color reductores de intensidad que tengan las proporciones escritas más arriba.

Ahora debemos pensar en usar las señales de color para modular una portadora y si recordamos que en una operación de modulación aparece un vector central, que es la portadora y vectores laterales paralelos al primero, hubo que transformar el diagrama de la figura 12 para hacerlo apto de convertirse en el de la figura 32. Los ejes fueron cambiados por las diferencias entre cada matiz y su correspondiente luminancia, o sea que se transforman en $(R - Y)$, $(A - Y)$ y $(V - Y)$. En cuanto hagamos el desarrollo planteado descubriremos el motivo para haber hecho esta transformación. Veamos lo que resulta haciendo las tres operaciones indicadas, poniendo para Y el valor dado más arriba:

$$R - Y = R - (0{,}59\ V + 0{,}30\ R + 0{,}11\ A) = \\ = 0{,}70\ R - 0{,}59\ V - 0{,}11\ A$$

$$A - Y = A - (0{,}59\ V + 0{,}30\ R + 0{,}11\ A) = \\ = 0{,}89\ A - 0{,}59\ V - 0{,}30\ R$$

$$V - Y = V - (0{,}59\ V + 0{,}30\ R + 0{,}11\ A) = \\ = 0{,}41\ V - 0{,}30\ R - 0{,}11\ A$$

Ahora suponemos que tenemos señales con los valores obtenidos. Tomemos las dos primeras y apliquémosles un reductor de ganancia, como puede ser un simple potenciómetro, pero tal que nos quede:

$$0{,}51\ (R - Y)$$
$$0{,}19\ (A - Y)$$

Apliquemos ahora esos factores numéricos a las dos ecuaciones básicas anteriores que dan $(R - Y)$ y $(A - Y)$, en ambos miembros y obtenemos:

$$0{,}19\ (A - Y) = 0{,}89 \times 0{,}19\ A - 0{,}59 \times 0{,}19\ V - \\ - 0{,}30 \times 0{,}19\ R$$

$$0{,}51\ (R - Y) = -0{,}11 \times 0{,}51\ A - 0{,}59 \times 0{,}51\ V + \\ + 0{,}70 \times 0{,}51\ R$$

Y ahora, sin preguntar todavía para qué lo hacemos, sumemos las ecuaciones de las dos señales a las que les aplicamos coeficientes numéricos. Primero, tomemos los primeros miembros:

$$0{,}19\ (A - Y) + 0{,}51\ (R - Y)$$

Y para los dos segundos miembros procedamos a sumar los coeficientes numéricos, respetando sus signos y realizando las multiplicaciones indicadas:

$$0{,}89 \times 0{,}19 - 0{,}11 \times 0{,}51 = 0{,}11$$
$$-0{,}59 \times 0{,}19 - 0{,}59 \times 0{,}51 = -0{,}41$$
$$-0{,}30 \times 0{,}19 + 0{,}70 \times 0{,}51 = 0{,}30\ R$$

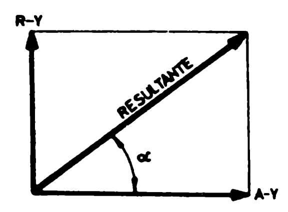


Fig. 33. – Dado un nuevo sistema de ejes en el mismo se representa cualquier color.

Aclaramos que en los resultados hemos despreciado los milésimos por carecer de importancia en intensidades de luz. Ahora escribamos la ecuación resultante, pero haciendo una inversión de todos sus signos, cosa fácil pues se trata de invertir las polaridades eléctricas en las señales; se tiene:

$$0{,}19\,(A - Y) + 0{,}51\,(R - Y) = -0{,}11\,A + 0{,}41\,V - 0{,}30\,R$$

Y observamos de inmediato que el resultado de la operación es exactamente el vector:

$$(V - Y)$$

Y ahora vemos que la pregunta que pedimos suspender tiene una respuesta maravillosa; al sumar los dos vectores adoptados $(R-Y)$ y $(A-Y)$ e invertir el signo del resultado, obtenemos el tercer vector $(V - Y)$. De acuerdo con esto, podemos realizar todo el proceso en el transmisor y en el receptor con sólo dos vectores de crominancia, pues al final, en las últimas etapas del receptor, recuperamos el tercer vector monocromático. Dicho en términos simples, procesamos el azul y el rojo y luego, mediante un simple mezclador, obtenemos el verde. Hemos ahorrado una de las tres secciones de tratamiento de los colores básicos desde la salida de la cámara captora tricolor hasta llegar casi al tubo de imagen tricolor. El proceso realizado toma el nombre de *matrizado* y su realización será explicada detalladamente al tratar los circuitos.

Diagrama vectorial de crominancia

En la figura 12 vimos cómo se podía representar cualquier color en un diagrama cartesiano, con ejes x e y, de modo que podemos tratar ahora a las diferencias obtenidas del matrizado como ejes de un nuevo gráfico de color. Así la figura 33 muestra tal diagrama, donde un color queda representado por el valor de una abscisa $(A - Y)$ y una ordenada $(R - Y)$, obteniéndose un vector resultante que forma un ángulo alfa con el eje de abscisas. Desde que los dos vectores básicos contienen la información de los tres colores, según se ha demostrado, el vector resultante representa un color definido. Para la representación de magnitudes alternas se usan vectores, los que tienen una *magnitud* proporcional a su valor intrínseco y un ángulo de posición o sea la *fase* que se relaciona con el desplazamiento angular.

Veamos la utilidad del diagrama cromático que se obtiene a partir de los dos nuevos ejes. Supongamos que la escena enfocada es un cartón rojo. La cámara roja captará ese matiz, pero las cámaras verde y azul captarán un valor cero, y entonces si determinamos los valores a medir sobre ambos ejes llegamos al diagrama que muestra la figura 34, de la siguiente manera: para el eje de abscisas $(A - Y)$ tomamos la ecuación que le corresponde, en la cual nos queda $0{,}30\,R$ pues los demás términos se anulan por ser nulos sus colores. Para el eje de ordenadas $(R - Y)$ nos queda $0{,}70\,R$ pues se anulan los términos con verde y azul. Luego tomamos esos dos valores de abscisa y ordenada y obtenemos el vector representativo del color del cartón enfocado, o sea el rojo. La longitud del vector es proporcional a la luminancia y la ubicación en el diagrama, o sea la fase,

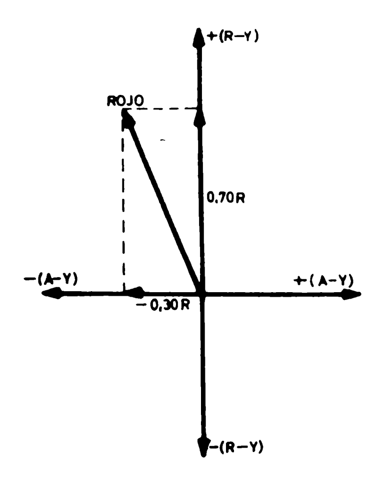


Fig. 34. – Representación del matiz rojo mediante sus coordenadas en el sistema de ejes $R-Y$ y $A-Y$.

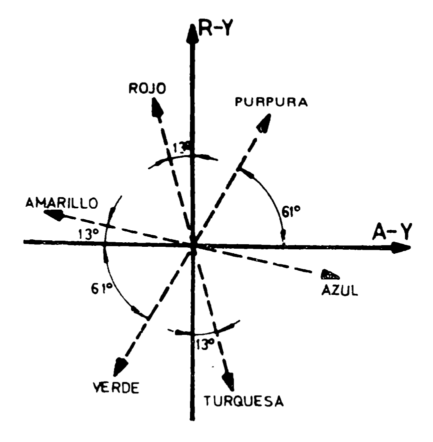


Fig. 35. – Representación de varios colores típicos y sus correspondientes complementarios en el sistema de ejes $A-Y$ y $R-Y$.

indica el valor de crominancia o sea el matiz y la saturación.

Para tener una idea más completa mostramos en la figura 35 la representación de varios matices típicos, cada uno con su correspondiente color complementario que está sobre la misma recta pero con sentido opuesto. Cada uno se representa con una magnitud, o sea una cifra de luminancia, y un ángulo referido a un eje, el que queda vinculado a su crominancia. Y para encontrar su ubicación en el diagrama basta tener los valores de sus coordenadas según mostró la figura 33, o sea los valores de sus señales matrizadas $(A - Y)$ y $(R - Y)$.

El proceso completo del matrizado

Hemos visto que el matrizado de las señales de color permite la brillante solución de realizar el tratamiento de dos señales de color para tener finalmente en el tubo de imagen los tres colores básicos. Resulta interesante analizar el proceso completo, que abarca las operaciones en el transmisor y en el receptor, para tener una idea más completa del sistema.

Hay un detalle que es muy importante y que aparece cada vez que debe modularse una portadora que será emitida al espacio. Razones de eficiencia instan a modular al máximo para que la señal captada disponga de mayor señal aprovechable después de la demodulación, pero razones de calidad del resultado limitan ese máximo para evitar la saturación de la señal resultante. La televisión no escapa a tales limitaciones y entonces cada sistema de televisión policromática elige sus factores de limitación. En el sistema PAL se introducen factores reductores en la magnitud de los ejes del diagrama cromático, sin alterar sus posiciones. O sea que no cambia la ubicación de los vectores cromáticos representados en la figura 35, sino la escala en que se los mide. Aparecen así nuevos ejes que coinciden geométricamente con los allí dados, y que son los U y V y que tienen las siguientes proporciones de reducción:

$$U = 0{,}493\,(A - Y)$$

$$V = 0{,}877\,(R - Y)$$

Lógicamente, si en el transmisor se aplican reducciones de amplitud por los motivos señalados, en el receptor hay que restituir las proporciones originales, de modo que aplicaríamos ganancias sobre las señales de esos dos ejes de valores:

$$A - Y = 2{,}03\,U$$

$$R - Y = 1{,}14\,V$$

Es decir que se obtienen nuevamente los ejes originales mediante el simple expediente de insertar etapas amplificadoras cuyas ganancias quedaron fijadas en las expresiones anteriores.

Con lo visto resulta fácil analizar en forma sintética el proceso que se cumple en el transmisor y en el receptor con el matrizado completo de las señales de color. Veamos al efecto el primer paso, o sea el tratamiento que reciben las señales en el transmisor, proceso que se ilustra en la figura 36.

Los tres colores básicos, identificados por sus iniciales A, R y V son las señales que salen de la cámara tricolor, tal como lo vimos en la figura 17 con el agregado de la figura 20. Estas tres señales entran en tres primeros matrizadores que invierten el signo a algunas antes de producir las mezclas y al mismo tiempo aplican factores reductores a sus amplitudes, según lo piden las ecuaciones vistas que dan las señales compuestas $(A - Y)$ y $(R - Y)$. Esos números que aparecen a la izquierda en la figura 36 son esos coeficientes reductores. Sumando las proporciones debidas de los tres colores básicos se tienen esas dos señales compuestas. De inmediato aplicamos los dispositivos reductores de amplitud para evitar la saturación de portadora y que en realidad producen un cambio de escala en los ejes de la figura 34, obteniéndose los nuevos ejes de referencia U y V. Dentro de los rectángulos de la derecha hay triángulos que simbolizan reduc-

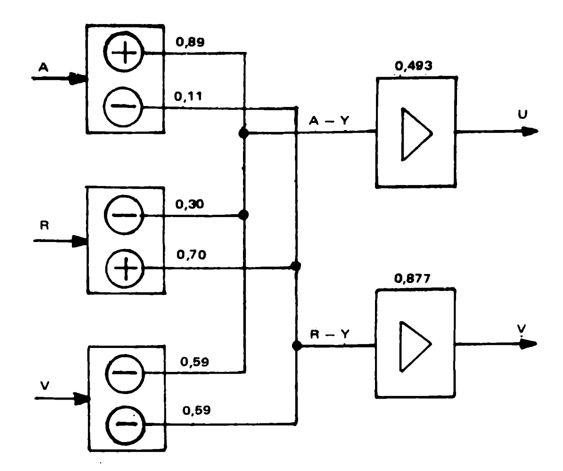


Fig. 36. – Esquema sintético del matrizado de las señales de color en el transmisor.

ción de ganancia y las cifras de reducción se indican sobre los rectangulitos. Las señales de salida son entonces las *U* y *V*.

Estas señales compuestas se usan para modular a una portadora de crominancia que acompañará a la portadora de video o luminancia en su proceso de emisión y posterior captación por los receptores. Veamos ahora el proceso inverso del matrizado que se cumple en estos receptores, donde, con las dos únicas señales de color, debemos recuperar las señales de los tres colores básicos.

La figura 37 nos muestra esquemáticamente el proceso a cumplir. Las señales compuestas *U* y *V* deben recuperar su amplitud original, de modo que se las somete a un proceso amplificador, con factores de amplificación que conocemos y que se indican sobre los rectángulos que tienen símbolos triangulares de ganancia. De aquí salen las señales compuestas originales (*A* – *Y*) y (*R* – *Y*), pero procesando convenientemente a ambas con un sistema reductor de factores 0,19 y 0,51 y mezclándolas luego, se aplica la resultante a un inver-

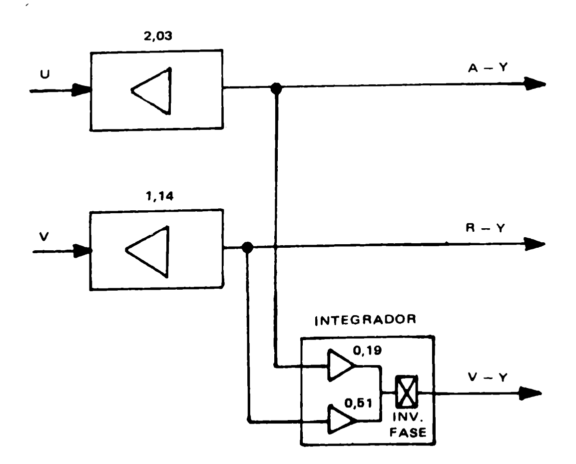


Fig. 37. – Esquema sintético del matrizado de las señales compuestas para obtener las señales de color en el receptor.

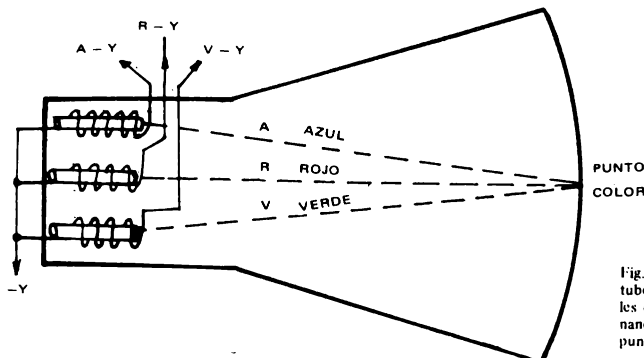


Fig. 38. – Aplicación al tubo tricolor de las señales de luminancia y crominancia para obtener los puntos policromáticos en su pantalla.

sor de fase que cambia el signo, obteniéndose finalmente la tercera señal compuesta ($V - Y$).

Falta únicamente la última fase del proceso: aplicar esas señales compuestas a las grillas del tubo de imagen, tal como se ve en la figura 38. Por otro lado recibimos la señal de luminancia, que equivale a la señal de video de los televisores monocromáticos, y la aplicamos a los tres cátodos del tubo tricolor, pero con fase invertida para tener signo negativo. Como cada rayo catódico tiene una densidad resultante de la acción combinada de las polarizaciones de los cátodos y las grillas, podemos considerar, recordando el funcionamiento de las válvulas termoiónicas, que los efectos de las tensiones negativas en el cátodo se restan a las positivas en la grilla tal como si sus efectos fueran contrarios. Entonces, la superposición de acciones sobre el rayo catódico nos permite escribir las ecuaciones para los tres rayos:

$$(R - Y) - (-Y) = R$$

$$(A - Y) - (-Y) = A$$

$$(V - Y) - (-Y) = V$$

Y resulta que los rayos catódicos que llegan a cada punto de la pantalla son los que tienen la intensidad correspondiente a los tres colores básicos, y por tanto darán en los puntos monocromáticos de la pantalla componentes monocromáticas que el ojo totalizará y se tendrán puntos policromáticos que corresponden en matiz y pureza a puntos homólogos de la escena captada.

Espectro de frecuencias

En la figura 30 mostramos el espectro de frecuencias de un canal de televisión monocromática con normas americanas, y que por lo tanto es el que corresponde a nuestro medio. Veamos ahora el espectro de frecuencias de un canal de televisión en color correspondiente a las normas PAL, adaptado a las normas americanas, combinación que recibe la designación *PAL-N* y que es el que corresponde al utilizado en nuestro país. Se trata del gráfico amplitud-frecuencia que se muestra en la figura 39.

Las portadoras de video y de sonido conservan su lugar en el espectro y aparece como novedad una portadora de crominancia, separada de la de video en 3,58 MHz. Esta portadora estará modulada con las señales compuestas en cuadratura U y V, que sabemos que son proporcionales, con relación simplemente numérica, con las señales compuestas ($A - Y$) y ($R - Y$), tal como se ha visto. Cabe agregar que el ancho de modulación de la portadora de crominancia no es uniforme hacia ambos lados de la portadora, sino que ocupa 1 Mhz hacia las frecuencias inferiores y 0,34 MHz hacia las superiores.

Veamos la razón de las diferencias apuntadas. Durante las investigaciones realizadas para la televisión policromática se determinó que la información de crominancia puede limitarse a una banda de frecuencias comprendidas entre 0 y 1,5 MHz y la de luminancia abarca una banda que va desde 0 hasta 4 MHz, pero admite ser limitada entre 1,5 y 4 MHz. Entonces, nada obsta para que se reserve la franja desde 0 hasta 1,5 MHz para la señal de crominancia y el resto, o sea desde 1,5 hasta 4 MHz para la de luminancia. Esto nos da el ancho máximo de la modulación de crominancia.

Pero hay más resultados de la investigación. El color de la escena se distribuye en dos caracterís-

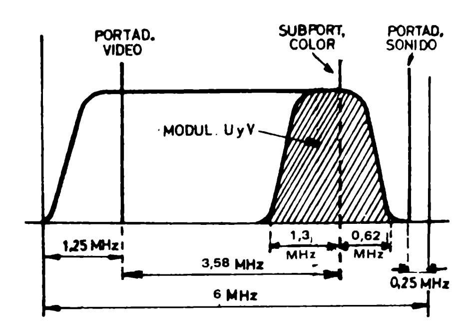


Fig. 39. – Espectro de frecuencias de un canal de televisión en colores según las normas PAL–N.

ticas diferenciadas: las grandes masas y los detalles pequeños. Para las grandes masas la señal no alcanza frecuencias muy altas, sino que pueden limitarse a 0,6 MHz, mientras que los detalles requieren frecuencias mayores, las que pueden alcanzar la cifra dada de 1,5 MHz. Pero esos límites de frecuencias se alcanzan en muy contadas situaciones policromáticas y se comprobó que reduciendo las cifras no se alteraba en forma sustancial el efecto visual de colores. Por ello se limitó a 1,0 MHz la frecuencia para los detalles y a 0,34 MHz la de las masas coloreadas. Eso explica los anchos de banda a uno y a otro lado de la portadora de crominancia que vimos en la figura 39, la que da las normas para el sistema *PAL-N*, ellas son: 1,3 MHz y 0,62 MHz para las bandas inferior y superior respectivamente.

A título informativo, diremos que en Europa se usan sistemas PAL-M y otros que tienen como diferencia destacada que ocupa un ancho de canal de 7 MHz y con separación entre las portadoras de video y crominancia de 4,43 MHz. Estas diferencias hacen que un receptor diseñado para las normas europeas de TV-color deba ser modificado para adaptarlo a las normas *PAL-N*. Por supuesto que si hablamos de receptores construídos para normas NTSC o SECAM, las diferencias son mucho más importantes.

Señal de referencia

Hemos dicho que la modulación de crominancia usa una portadora desplazada o en off-set, que se suprime una vez que se logró la ubicación de sus bandas laterales dentro de la banda superior de la modulación de video. Lógicamente tal portadora suprimida debe volver a reinsertarse en el receptor, según veremos, para poder recuperar sus bandas laterales, señales compuestas *U* y *V*. Lo que conviene analizar es el motivo de tal supresión, pues a primer análisis parecería que puede dejarse.

En primer lugar, la diferencia en frecuencia entre las portadoras de sonido y de crominancia resultaría de 0,92 MHz, lo que ocasionaría un

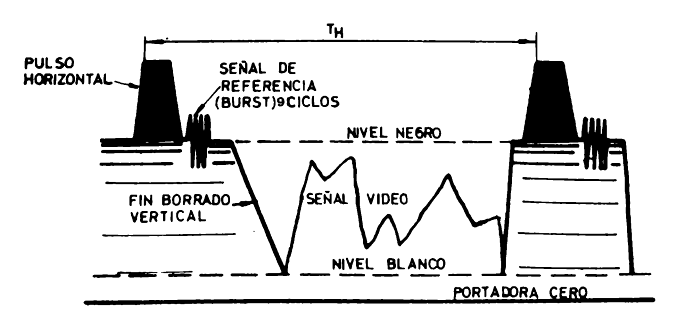


Fig. 40. – Inserción de la señal de referencia para sincronizar el oscilador de reinserción de la portadora de crominancia.

inevitable batido entre ellas. De tal batido resulta una frecuencia espúrea de la frecuencia aludida, que se convierte en una serie de rayas en el tubo de imagen. Cabe acotar que las bandas laterales *U* y *V* también producen batido con la portadora de sonido, pero como la energía de una onda modulada está concentrada en su mayor proporción en la portadora, queda un saldo mucho menor para sus bandas laterales, de modo que el fenómeno no causa inconvenientes perceptibles.

La otra razón para suprimir la portadora de crominancia es que, cuando se pasan programas en blanco y negro, debe eliminarse por borrado todo vestigio de señales de crominancia y la manera más segura de lograrlo es que tal portadora no exista.

Por otra parte, la reinserción de la misma en el receptor no es un problema que merezca atención especial.

Pero, cabe advertir que la fase del vector resultante de las señales de color da precisamente el matiz de ese color, y cualquier defasaje que se produjera en la reinserción de la portadora de crominancia podría alterar el matiz de la imagen, respecto del que tenía el mismo punto de la escena captada. Entonces, debe incorporarse un control de fase que evite tales errores, y que se ilustra en la figura 40.

El control utilizado consiste en inyectar después de los pulsos horizontales un grupo de pulsos al que se denomina ***señal de referencia, salva*** o ***burst***, con amplitud aproximadamente igual a la del pulso horizontal y con duración dada por unos 9 ciclos. En el receptor se usa esta señal para mantener la frecuencia y la fase del oscilador de 3,58 MHz, que suministra la portadora de crominancia para su reinserción. Esta señal de referencia se produce durante el período de borrado, de manera que no es visible en la pantalla del televisor. Además, cuando se emiten programas en blanco y negro, no se necesita la portadora de crominancia ni la señal de referencia para controlarla, de modo que no se envía la misma.

Día 5

A medida que avanzamos en el desarrollo de nuestro tema comprobamos que se hace necesario repasar lo leído antes de proseguir la lectura, porque la complejidad de los asuntos abordados lo recomienda. Toda la parte del estudio del color, sus mezclas y la forma de medirlo puede considerarse como el aspecto físico del tema, pero luego pasamos al aspecto electrónico y dado que las señales son alternas, hubo que acudir a los diagramas vectoriales. Desde ese momento los colores físicos fueron reemplazados por señales eléctricas y como tales se las debió sumar, restar y representar en gráficos. Gracias a ello logramos demostrar la forma como pudo prescindirse de uno de los colores básicos en el tratamiento de la formación de la imagen tricolor, simplificando de este modo los circuitos del transmisor y del receptor. Claro que esa supresión es transitoria y finalmente hay que obtenerlo nuevamente para que esté presente en la pantalla del tubo de imagen del receptor, pero la simplificación ya estaba lograda. El matrizado de las señales de color se cumple en los tres sistemas de televisión en colores y en sus variantes, de modo que, salvo algunas cifras, ubicación de ejes y matices de los mismos, lo que antecede puede aplicarse a todos los sistemas. Desde aquí debemos particularizar los detalles del sistema que se ha adoptado para nuestro país, el PAL-N y comenzaremos por analizar el PAL en general, para especificar más adelante los detalles que singularizan a la variante adoptada. Abordemos entonces el tema de la presente jornada.

ANALISIS DEL SISTEMA PAL

Antes de entrar al análisis del sistema PAL de televisión en colores, debemos justificar la razón que hubo para crearlo. En realidad, el primer sistema que se implantó fue el NTSC de los Estados Unidos, el cual fue modificado en su sistema de ejes, de tal modo que ya no usa los indicados en el diagrama de la figura 35 sino otro par desplazado angularmente. De este sistema y del SECAM, ambos mencionados anteriormente, nos ocuparemos más adelante para completar la ilustración del lector. Pero el no hacer la descripción ahora no nos va a entorpecer el análisis del tema a considerar en el presente capítulo.

El hecho es que el sistema NTSC que era el vigente allá por el año 1950, acusaba un defecto que subsiste aún en el mismo, pero que hizo que en Alemania se realizaran investigaciones para eliminarlo. Tal defecto era un cambio de tonalidad de los colores en la pantalla cuando se producía un defasaje accidental en las señales de color. Para neutralizar este inconveniente se colocó un control manual de matiz, que el usuario debe accionar cuando nota la aberración de colores, por ejemplo caras violáceas, hojas de plantas anaranjadas, etc.

Pero las investigaciones alemanas no se conformaron con adoptar la solución manual de la NTSC sino que buscaron un compensador automático del defasaje a que aludimos, y finalmente, en 1963, la Telefunken anunció la solución tan buscada que encontró el Dr. Walter Bruch y que dio origen al sistema PAL. Cabe consignar que en realidad el sistema PAL modifica un detalle del NTSC, lo cual permitió considerar al primero como un sistema NTSC modificado. Pero posteriores modificaciones para adecuarlo mejor a la solución encontrada y a otros detalles de interés, lo hicieron apartarse más del americano original y adquirió una fisonomía propia. Veamos entonces el problema que originó la investigación y luego la solución que permitió superarlo.

Cabe apuntar que nos referiremos a los diagramas vistos en capítulos anteriores, que pertenecen al sistema PAL, pero ello no presentará dificultades pues, como se ha dicho, ambos sistemas

tienen un mismo origen.

Alteraciones en el matiz

Si observamos un diagrama vectorial de colores, recordaremos que la magnitud de un vector que equivale a un color determinado representa en cierto modo la pureza o saturación del mismo, y que la posición en el diagrama, o sea el ángulo que forma con los ejes de referencia, representa al matiz o tonalidad. Esa información proviene del transmisor, que la envía en forma de una modulación de crominancia y es admisible que se produzcan alteraciones en la magnitud y en la fase del vector durante el proceso que comienza en la cámara captora, continúa en la emisión de la señal policromática, sigue con la recepción de la señal y su ulterior tratamiento en el receptor y termina en la aplicación de las señales ya matrizadas al tubo de imagen. Las alteraciones en la magnitud no son tan importantes, pues al alterarse la pureza un color se ve más claro o más oscuro, pero si se altera la fase o sea su posición en el diagrama cambia el matiz y entonces podemos ver que a pequeñas deformaciones, un rojo se vuelve púrpura, pero a deformaciones más importantes se vuelve amarillo, azul o violeta.

La corrección de esta anomalía mediante un control manual de matiz, solución adoptada por el sistema NTSC, es razonable si se cuenta con que el fenómeno no ocurra con mucha frecuencia, a cuya condición puede vincularse la calidad de los componentes empleados en los equipos, pero de todas maneras el contar con un sistema de corrección automática de las alteraciones es una solución preferible. Esta es en esencia la modificación que el PAL introdujo al NTSC en primera instancia, a la que siguieron después otras que simplificaron la antedicha solución y algunos problemas adicionales que no hemos comentado, pero que lo haremos a medida que se presente la oportunidad de la cita. Por ejemplo, el sistema NTSC usa diferentes ejes en el diagrama de color que correspondería al que vimos en la figura 35 para el PAL, y eso lo veremos al ocuparnos de la descripción del sistema NTSC más adelante. Veamos ahora la solución automática para las alteraciones del matiz.

La solución PAL

Para explicar en forma simple la solución que el sistema PAL dio a la alteración de los colores por efectos extraños que obraban sobre los vectores, conviene analizarla en los diagramas vectoriales y entonces repasemos un poco los mismos. Un vector como el *OP* de la figura 41 representa una

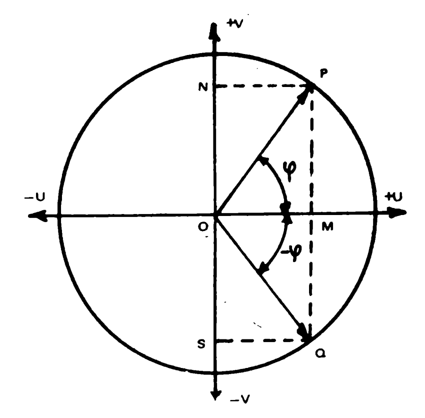


Fig. 41. - Forma de considerar las magnitudes y posiciones de los vectores en un diagrama vectorial muy usado en electrónica.

magnitud alterna, sea una corriente o una tensión o, tal como lo hemos dicho hasta aquí, una señal. Tal magnitud alterna es senoidal y su valor instantáneo se obtiene proyectando sobre los ejes el vector. Si se toma el eje horizontal, la proyección en el instante en que se consideró el dibujo es *OM* positiva, ya que la medimos hacia la derecha del centro *O*. Ese instante se cumple para un ángulo φ de giro o, si se quiere, para un ángulo de 60°. El vector sigue su giro y después de cruzar el eje $+V$ toma valores negativos, porque su proyección cae hacia la izquierda de *O*. La posición *OQ* se alcanza para un ángulo de giro de 300°, lo que puede decirse también como que le faltan 60° para alcanzar la posición inicial o que le falta un ángulo $-\varphi$. Al tomar como origen el eje $+U$ ello es equivalente a una gráfica trigonométrica del coseno, pues para ángulo de 0° tenemos que el vector tiene su valor máximo. Si consideramos las proyecciones sobre el eje vertical, la proyección en el momento inicial vale cero y la gráfica equivale a la del seno.

Cabe recordar que determinar la magnitud de un vector partiendo de sus proyecciones sobre los ejes, es lo que hicimos en el diagrama de la figura 35, de modo que el tema no nos es desconocido, pero necesitamos ahora utilizar en forma más completa las posibilidades de los diagramas vectoriales y de allí la conveniencia del repaso que hicimos.

Lo que hemos recordado acerca de senoides y vectores nos permitirá comprender mejor el fun-

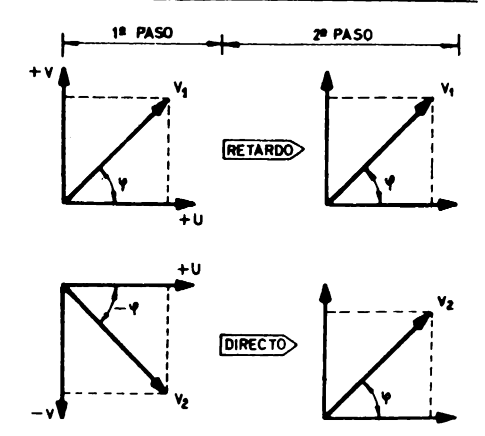


Fig. 42. – Representación de los vectores de color en dos líneas de exploración sucesiva de la pantalla, para funcionamiento normal.

damento del sistema PAL. Los colores de la escena se captan y se convierten en vectores representativos de señales alternas y, por tanto, susceptibles de ser representados como tales; en consecuencia, tendrá importancia fundamental la posición del mismo, pues si cambia corresponderá a otro color (figura 35); o sea que los vectores de crominancia deberán conservar rigurosamente su fase instantánea para que el matiz del color reproducido coincida con el captado. Una alteración de amplitud afecta a la saturación, pero ello es menos grave que el cambio de matiz, según sabemos.

En el sistema PAL se explora una línea horizontal de la escena captando su luminosidad y su color, enviando la información correspondiente al receptor. Allí se procesa directamente la información de luminosidad o luminancia, pero con la de color se realiza un proceso de retención; veamos: la figura 42 nos muestra la llegada de la información de color de la primera línea explorada y es el vector V_1 que forma en ese instante un ángulo φ con el eje de referencia que es el $+U$. Como en el sistema de ejes un vector queda determinado por las proyecciones sobre aquéllos, V_1 tendrá en otro instante la misma magnitud si las proyecciones sobre ambos ejes son iguales a las anteriores. Luego, si a esa señal dada por V_1 le introducimos un retardo, algo así como detenerlo en el tiempo, provocado por una demora en la velocidad de propagación que produzca un aumento de 64 μs en el tiempo de recorrido, duración de una línea de exploración horizontal, transcurrido ese tiempo estará en la misma posición anterior, como se ve en el diagrama superior de la derecha, donde V_1 forma el mismo ángulo φ y tiene idénticas proyecciones sobre los ejes. Pero en ese lapso de 64 μs en la escena se exploró la segunda línea y se obtuvo un vector de color, mas en lugar de dejarle su ángulo de fase se lo somete a una inversión de tal ángulo dándole uno $-\varphi$, vector V_2 en el diagrama inferior de la izquierda. Obsérvese que el vector V_2 tiene idéntica proyección sobre el eje horizontal $+U$ y que la proyección sobre el vertical es igual en valor pero tiene sentido contrario, pues aparece sobre el eje $-V$ y no sobre el $+V$ como el vector V_1. Así, la inversión del ángulo se realiza simplemente provocando un defasaje de 180° a la componente V de la crominancia, o sea, salvando factores numéricos, a la componente $(R - Y)$ y dejando sin alteración a la componente $(A - Y)$ o su equivalente U.

Cuando el vector V_2 llega al receptor no se retarda, de manera que si tenemos un vector detenido y el otro girando sincrónicamente, es lógico que el segundo alcance al primero, aunque fue producido más tarde. Así resulta que V_2 en el diagrama inferior de la derecha coincide en su fase con el V_1 del diagrama superior correspondiente y como eso ocurre en un mismo instante, podemos sumar esos dos vectores y la resultante será un vector con esa misma fase y doble amplitud. Luego la resultante de color de dos líneas sucesivas de exploración da el mismo matiz original y distinta saturación, pero esto último no constituye problema, pues en el matrizado puede introducirse un factor numérico de corrección que devuelva la amplitud original. Igual proceso se realiza para el par de líneas siguientes y así hasta terminar el cuadro completo. Siempre se introduce retardo en las líneas de ubicación impar y se aplican sin retar-

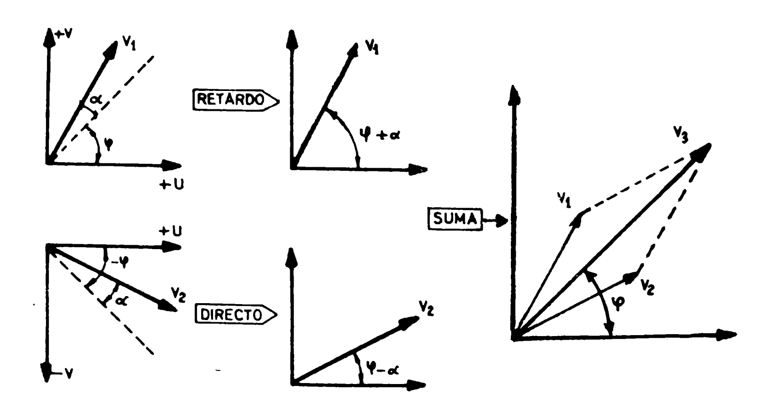


Fig. 43. – Representación de los vectores de color cuando se produce una alteración de fase y manera de corregirla.

do las señales de color de líneas pares. Esta alternancia de fases para líneas consecutivas le ha dado el nombre al sistema.

Hasta ahora la complicación introducida en el procesamiento de las señales de color no tiene justificación, pero ello es precisamente la esencia del sistema PAL. Para comprender la razón de haber variado el procedimiento simple que se tenía en el sistema NTSC, debemos colocarnos en la situación de una alteración que produzca un defecto y ya sabemos que el más grave es el que perturba el ángulo de fase del vector de color, porque ello se traduce en un cambio en el matiz, o sea, en el tono del color de la imagen.

Supongamos que en la figura 42 el vector V_1 no llega al receptor con su fase correcta sino alterada, lo que da un defasaje que se traduce en un cambio de matiz, situación que muestra la figura 43. El vector V_1 no conservó su ángulo φ sino que tuvo un defasaje positivo α, de modo que al llegar al receptor tiene un ángulo $(\varphi + \alpha)$ posición llena en lugar de la línea de trazos correcta, diagrama superior de la izquierda. Esta información se guarda durante 64 μs mediante la línea de retardo (diagrama de la derecha). La segunda línea explorada da un vector V_2 que sufrió el mismo defasaje perturbador α, pero aplicado a este vector que fue invertido mediante el conmutador lo colocó formando un ángulo $(\varphi - \alpha)$ y así llega al demodulador del receptor, sin retardo (diagrama inferior de la derecha). La posición de V_2 aquí es la que corresponde después de 64 μs por el giro constante del vector al transcurrir el tiempo. Ahora sumamos los dos vectores resultantes antes de enviar la información de color al tubo y resulta el diagrama de *suma* colocado más a la derecha. Ese vector V_3 fija el matiz del color y su ángulo de fase vuelve a ser φ, de modo que se obtiene el matiz original. La mayor amplitud se corrige mediante una reducción de ganancia, o sea con un factor numérico, y si la corrección de amplitud no es completa

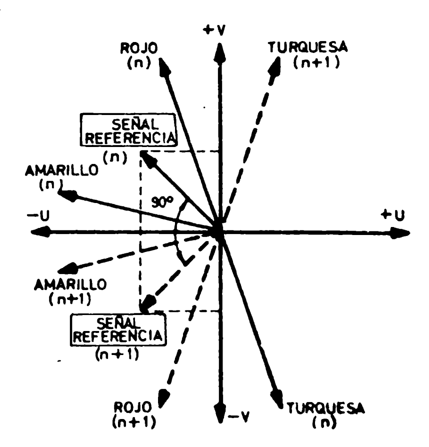


Fig. 44. – Ubicación de los vectores de color en el sistema PAL. Las líneas impares de exploración tienen orden (n) y las pares (n+1).

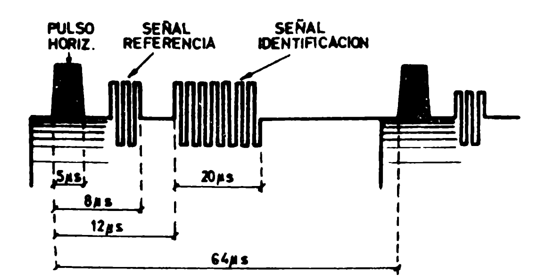


Fig. 45. – El sistema PAL usó al principio señales de referencia y de identificación. Actualmente se usan solamente las primeras.

la deformación de matiz se ha transformado en una saturación que no es tan molesta.

En resumen, para lograr la corrección automática de los desplazamientos de fase del vector de color se necesitan dos operaciones: una es producir una inversión del ángulo cada dos líneas de exploración y otra producir un retardo cada dos líneas de exploración en el receptor, retardo que en tiempo debe ser exactamente la duración de una línea del barrido horizontal. Sumar la información de color para líneas sucesivas reduce la definición de color, pero ello no es perceptible por el televidente por la menor resolución de la vista para el color que para la luminosidad. Ahora debemos describir cómo se procesa el sistema para cumplir con lo expuesto.

Disposición funcional del sistema PAL

Veamos en primer término la ubicación de los ejes y de las señales de referencia (*bust*) para la sincronización del sistema. La figura 44 nos muestra los ejes adoptados, que son los *U* y *V* y se han ubicado a título ilustrativo dos colores cuyos vectores los representan: el amarillo y el rojo; además el turquesa, complementario del rojo. Pero no olvidemos que para las líneas impares de exploración valen las posiciones de los vectores que hemos dibujado con línea llena y para las pares hay una inversión del ángulo de fase y esos vectores toman las posiciones indicadas con líneas de trazos. La señal de referencia que se usa para sincronizar la demodulación de color tiene una posición que no está a 0° respecto del eje básico $+U$ sino a 180° del mismo y tiene también dos vectores, uno para la línea impar y otro para la par. Pero obsérvese que este ángulo es el promedio, pues ambos vectores de referencia tienen posiciones a 135° y 225°, ya que guardan entre sí un apartamiento angular de 90°. Veamos ahora la ubicación de la señal de referencia (*burst*) en el gráfico de la señal de video de la figura 45. De idéntica manera que se hacía en el sistema NTSC esa señal se ubica en la cresta del retrazado o borrado horizontal, pero como tenemos dos señales, una para las líneas impares y otra para las pares, hay que agregar otra referencia diferenciada en tales ubicaciones en el barrido. La primera solución fue enviar una serie de ciclos de identificación del orden de línea, con duración de 20µs, o sea igual a cuatro pulsos horizontales, que aparecía durante cuatro líneas horizontales en cada campo durante el borrado o retrazado vertical; esto es lo que se ha indicado en la figura 45, pero después se encontró que no era necesaria tal precaución pues basta realizar la identificación en el demodulador del receptor. Esta simplificación se materializó convirtiendo alternadamente la señal de referencia en una onda cuadrada con una frecuencia igual a la mitad de la frecuencia de la exploración horizontal y haciendo que la polaridad marque la fase del vector *V* de crominancia.

Con lo dicho podemos presentar diagramas simplificados en bloques de un transmisor y un receptor del sistema PAL, a los efectos de ubicar en los mismos las secciones básicas que deberán implementarse en forma de circuitos parciales en los esquemas completos de los equipos. Comencemos con el transmisor y veamos tal diagrama sintético en la figura 46. Ya que estamos hablando de las particularidades del tratamiento de las señales de color, ésta es la parte del transmisor que se exhibe allí.

Como lo vimos en la figura 17, las cámaras tricromáticas entregan las tres señales de los colores básicos rojo, verde y azul a un circuito de matrizado que las convierte en la señal de luminancia, la clásica señal de video, y en las dos señales de color codificadas *U* y *V*. La primera va directamente al modulador y las otras a los moduladores balanceados que reciben señal del oscilador que genera la subportadora cromática de 3,58 MHz. El modulador para la señal *U* recibe esa subportadora con fase de 90° y el *V* la recibe con dos ángulos

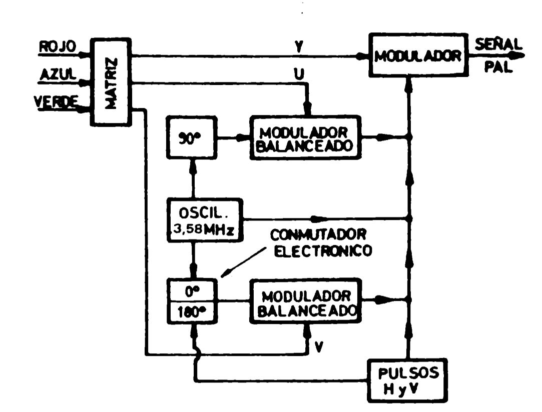


Fig. 46. – Diagrama esquemático de la sección moduladora en un transmisor del sistema PAL.

diferentes: 0° para las líneas impares y 180° para las pares. Tal operación se realiza con un conmutador electrónico que es disparado por los pulsos horizontales del generador de sincronismo que vemos abajo a la derecha en el diagrama. Este generador produce también los pulsos verticales y la señal de referencia, enviando todos ellos al modulador final que aparece arriba a la derecha. De aquí resulta la modulación de la portadora de video que se irradiará conjuntamente con la de sonido, tal como en otros tipos de emisores.

Ahora, para completar la información sobre el sistema PAL, veamos el diagrama en bloques de un receptor adecuado para el mismo. La figura 47 lo muestra y corresponde al que ha dado en llamarse modelo completo o *de lujo*. Y como del total del receptor solamente hay cambios en el demodulador, el diagrama contiene únicamente esa sección del televisor. El detector de video nos entrega la señal PAL, o sea con tal codificación. Por un lado se envía directamente la componente de luminancia *Y* a la matriz final sin que sufra proceso alguno. Por otro lado, la información de crominancia contenida en las señales *U* y *V*, bandas laterales de la subportadora de color, se envía a los demoduladores respectivos, pero pasan por un procesamiento previo. La línea de retardo introduce una demora de 64 μs en la información de color que corresponde a las líneas impares de la escena explorada y entonces las señales *U* y *V* que pasan por los dispositivos *sumadores* dan la resultante cromática para cada dos líneas horizontales. Al mismo

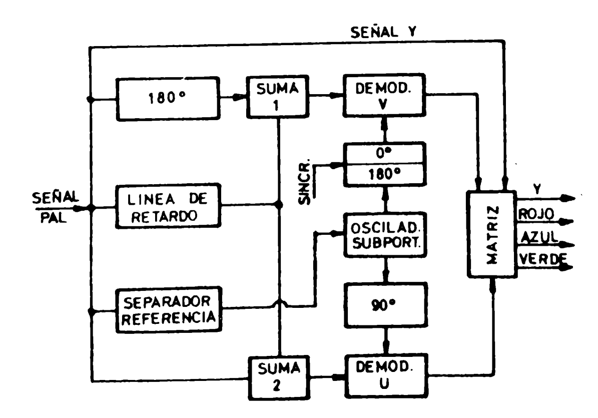


Fig. 47. – Diagrama esquemático de la sección demoduladora en un receptor sistema PAL.

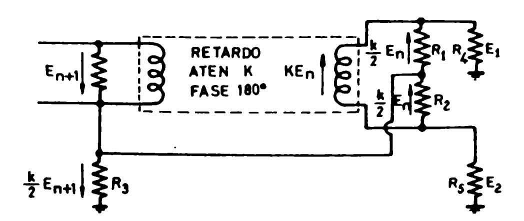


Fig. 48. – Esquema simplificado para mostrar las adiciones de los vectores directo y retardado en el demodulador PAL.

tiempo el oscilador de subportadora disparado por el separador de la señal de referencia que llega junto con la información, entrega dos señales con diferente fase: para el demodulador U una señal con fase de 90° y para el V señales alternadas con fases de 0° y 180°, fijando esa secuencia mediante pulsos sincronizadores. El resultado de tal operación se envía a la matriz, que según vimos en la figura 37, nos entrega las señales de color rojo, azul y verde que van a las grillas del tubo tricolor, mientras que al cátodo del mismo va la señal Y, tal como ya lo vimos en la figura 38.

Para zonas donde los receptores se hallan cercanos al transmisor, o sea, donde a los primeros llega la señal con buena intensidad y estable, puede simplificarse el receptor PAL y se ha construido el llamado modelo *popular*. En el mismo se suprime la línea de retardo aprovechando la persistencia visual del ojo humano. De tal manera, la vista retiene la información para líneas sucesivas y se produce el mecanismo descripto con una funcionalidad aceptable por la economía introducida en los aparatos.

Adición vectorial en el PAL

Puede analizarse la forma cómo se reproduce la información de color en el sistema PAL si estudiamos la función de los bloques que en la figura 47 tienen las leyendas *retardo* y *suma*. Consideremos la situación que se produce cuando llega la señal de crominancia correspondiente a una línea par explorada y formemos un circuito como el que muestra la figura 48. La línea de retardo tiene un coeficiente de atenuación de valor k menor que la unidad e introduce un atraso de fase de medio ciclo, o sea 180°. En la misma, el resistor R_4 representa al bloque superior de suma y R_5 al bloque inferior de igual denominación, ambos bloques de la figura 47.

Hagamos ahora una convención y es que si queremos expresar la suma geométrica de dos vectores como los que vimos en la figura 33, podemos expresar esa suma en forma algebraica y escribir:

$$R = E_{A-Y} + j\, E_{R-Y}$$

Lo que nos dice que la resultante R vale la diagonal del rectángulo que forman los dos componentes. La letra j indica que el segundo vector es perpendicular al otro, o sea que está en cuadratura y por tanto no se puede hacer con ellos una suma aritmética. Esto es muy conocido para los lectores que estudiaron en Matemáticas números complejos, pero lo aclaramos para los que no están en tal situación. Prosigamos.

Teníamos una señal de orden par que llegaba a la entrada de la línea de retardo, o sea una señal de orden $(n + 1)$; pero 64 µs antes llegó la señal de orden impar n. La señal de orden $(n + 1)$ al recorrer la línea de retardo se convierte en una de orden n y por efecto de la atenuación de dicha línea tendremos una tensión menor, de valor kE_n. O sea que el trasductor de salida de la línea de retardo aplica sobre los resistores R_1 y R_2 tensiones que valen la mitad de la tensión de salida de línea y con fase invertida respecto de la que tenían en la entrada de la misma. El circuito se completa con una rama inferior que toma tensión de llegada en proporción elegida de tal manera que sea una fracción $k/2$ de la misma. Así podemos determinar las tensiones sumadas que tendremos en los resistores de salida R_4 y R_5; veamos esto.

La señal que había llegado 64 µs antes correspondía a una línea par n y tenía un valor:

$$E_n = E_{A-Y} + j\, E_{R-Y}$$

puesto que ambos vectores de color están en cuadratura. Esta tensión fue retenida por la línea de retardo y en la salida de la misma tiene un valor atenuado y con fase invertida, como lo indican las flechas en R_1 y R_2, resistores que por ser iguales tienen cada uno la mitad de la tensión.

Ahora llega la señal correspondiente a la exploración de la línea adyacente, o sea a una de orden $(n + 1)$. La tensión a la entrada de la línea es E_{n+1} y en R_1 una fracción $k/2$ de la misma. Podemos sumar las tensiones que se encuentran a la salida

del conformador, es decir, obtener E_1 y E_2. Para ello tomamos los signos según los sentidos de las flechas y tenemos para la primera:

$$E_1 = -\frac{k}{2} E_n + \frac{k}{2} E_{n+1}$$

es decir, la suma de las que hay en R_1 y en R_3. Reemplazando sus equivalencias se tiene:

$$E_1 = -\frac{k}{2} (E_{A-Y} + jE_{R-Y}) + \frac{k}{2} (E_{A-Y} - jE_{R-Y})$$

donde el signo negativo en el segundo término dentro del segundo paréntesis se debe a la inversión de vectores explicada en la figura 42. Simplificando el resultado por anulación de términos iguales y de signo contrario, y teniendo en cuenta que debemos sumar aparte los vectores $(A - Y)$ de los $(R - Y)$ se tiene:

$$E_1 = -jkE_{R-Y}$$

lo cual es una de las señales de crominancia que mediante el matrizado conformará la obtención de las tres señales de color. Veamos la otra tensión de salida:

$$E_2 = \frac{k}{2} E_n + \frac{k}{2} E_{n+1}$$

la cual es obtenida observando las flechas en la figura 48. Reemplazando valores se tiene:

$$E_2 = \frac{k}{2} (E_{A-Y} + jE_{R-Y}) + \frac{k}{2} (E_{A-Y} - jE_{R-Y})$$

Y simplificando igual que antes la expresión obtenida, resulta:

$$E_2 = kE_{A-Y}$$

que es la otra señal de crominancia que en el matrizado completará el proceso para obtener los tres colores básicos. Como se ve, la integración de las señales de dos líneas sucesivas devuelve al proceso su normalidad.

Inserción de la modulación de color

En el capítulo anterior hemos explicado la inserción de la modulación de color en los huecos de la modulación de luminancia, lo que vimos en la figura 32. Se dijo que la portadora de crominancia y sus bandas laterales ocupaban posiciones a cada medio ciclo de la frecuencia horizontal, para quedar en el centro de las barras de armónicas de esa modulación de luminancia. Pero ahora que conocemos las modalidades de la modulación de color PAL, veamos si tal cosa puede cumplirse.

Para la portadora y la banda lateral que corresponde a la señal U de modulación de color, no habría inconveniente en proceder de esa manera, que por otra parte es la que emplea el sistema original NTSC. Pero, ¿qué ocurre con la señal V? – Que las líneas impares sufren una alteración de fase de 180° o sea de medio ciclo con respecto a las de señal U y entonces sus barras, al desplazarse de medio ciclo con respecto a las barras de la modulación de luminancia, se superpondrían a ellas. Esto traería aparejado una inversión del blanco por el negro y viceversa y el observador vería en la pantalla barras verticales muy notables.

Por tal razón en el sistema PAL el desplazamiento que se mostró en la figura 32 no se hace con la mitad de la frecuencia horizontal sino con

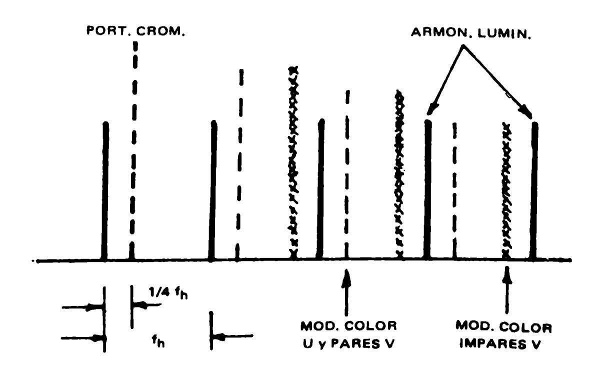


Fig. 49. – Forma de intercalar la portadora de crominancia y sus bandas laterales en los huecos de las armónicas del barrido horizontal, con desplazamiento de un cuarto de f_h.

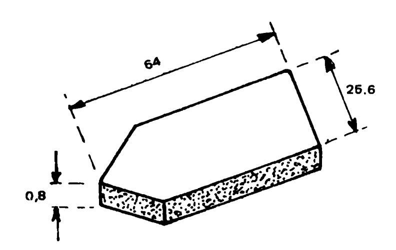


Fig. 50. – Las modernas líneas de retardo de cristal tienen dimensiones muy pequeñas que se dan arriba en mm. y su peso es de unos 4,5 gramos.

la cuarta parte (ver figura 49) y al producirse los corrimientos de fase de medio ciclo pasamos a tener tres cuartos de la frecuencia horizontal. Con barras apartadas de un cuarto o de tres cuartos de f_h no hay superposiciones posibles y se conjura el inconveniente antes nombrado. En la figura 49 se ve que las barras de la modulación pueden desplazarse medio ciclo (180°) y no caen sobre barras de la modulación de luminancia.

Líneas de retardo

Ya hemos dicho que en el sistema PAL se inserta en el camino de una de las señales de crominancia una línea de retardo para producir una demora de 64 microsegundos en las líneas de orden impar. Tal línea consiste en una varilla de un cristal especial que tiene en sus extremos dos trasductores de titanato de bario. Su misión es transformar la señal de 3,58 MHz de la subportadora de crominancia en una vibración mecánica ultrasónica, y como la propagación de la misma en la masa del cristal se hace a diferente velocidad que la de la señal eléctrica en los conductores, resulta un retardo de tiempo que puede graduarse convenientemente para obtener los 64 μs necesarios. Esta línea de retardo era al principio voluminosa pues tenía unos 160 mm. de largo y su costo fue usado mucho tiempo para criticar al sistema PAL pero posteriores investigaciones permitieron hacerlas de cinta u ondas guiadas con dimensiones mucho menores y la figura 50 da una idea de las mismas para algunos de los modelos fabricados por la PHILIPS como los *DL40* y *DL50* que sólo pesan 4,5 gramos. Es de imaginar que su costo se ha reducido notablemente.

Actualmente la línea de retardo subsiste en los llamados receptores PAL de lujo (PAL-D) y los desarrollos del modelo popular, que ya hemos mencionado, han permitido simplificar y hasta suprimir la línea de retardo sin que se produzcan inconvenientes de significación. Tal solución aprovecha la persistencia visual del ojo humano retenido durante medio ciclo del barrido horizontal la información de una línea hasta que llega la siguiente. La adición de efectos con y sin retardo se produce así en forma aparente, pero efectiva al fin. La gran cantidad de receptores de este modelo que existen en funcionamiento demuestran que el público lo ha aceptado, y con ello se eliminó un componente de encarecimiento de los receptores PAL con respecto a los NTSC.

Día 6

Ya sabemos cómo funciona el sistema de televisión policromática adoptado para nuestro país, que es una de las variantes del sistema usado en la mayor parte de los países europeos. O sea que hemos analizado la captación de imágenes en color, las que se transforman en una serie de puntos de color que dan a su vez señales que representan a cada uno de ellos. Como cualquier color está formado por una mezcla de tres colores básicos, necesitamos tres señales para cada punto, pero gracias a una ingeniosa combinación, bastan dos señales durante el proceso y al final del mismo se recupera la tercer señal para formar la imagen en el receptor. Todo ello forma una serie de temas que han sido desarrollados a lo largo de los cinco capítulos precedentes y es obvio que recomendemos que no se siga con la lectura si han quedado puntos oscuros en lo leído. Téngase en cuenta que toda la parte tratada no contiene circuitos detallados de televisores reales, pues para entrar en la descripción de los mismos es indispensable considerar antes los principios con que se diseñan tales circuitos. Ha llegado el momento entonces de encarar la descripción de televisores policromáticos reales, con todos sus componentes, y eso deberá analizarse en forma parcializada antes de contemplar el conjunto, pues la tendencia moderna es integrar secciones interconectadas entre sí y no la antigua de tomar un chasis y comenzar a colocar encima zócalos, bobinas, transformadores, etc. y luego los otros componentes y sus conexiones dentro de tal chasis. Eso seguramente no lo veremos en los televisores de color pues ya se ha dejado prácticamente en los equipos electrónicos, que ahora emplean plaquetas modulares interconectadas. Veamos entonces el análisis de los circuitos de televisores policromáticos que comienza en la presente jornada.

TELEVISORES DE COLOR – EL MODULO DE SEÑAL

El diseño y armado de televisores tiene en nuestro medio unos treinta años y en otros países comenzó varios años antes, y a lo largo de ese lapso sufrió modificaciones debidas a varias razones. Los primeros televisores se armaban invariablemente usando un gran chasis metálico que ocupaba todo el piso del gabinete y que contenía los transformadores, las válvulas, las bobinas y demás componentes. El cableado era indispensable y en la parte inferior del chasis se veía una maraña de resistores, capacitores, cables, zócalos, etc. Los componentes eran robutos, las tensiones utilizadas eran grandes y las temperaturas reinantes eran apreciables, debido principalmente a la disipación térmica de las válvulas, cuyos calefactores consumían desde 2 hasta 8 Watt cada uno. Si sumabamos las potencias de todos los calefactores y las de otros electrodos llegábamos fácilmente a los 300 Watt. Era necesaria una distribución ventilada de componentes, pues todo ocurría como si el televisor tuviera una pequeña estufa en su interior.

Las cosas no hubieran cambiado mucho para la televisión en colores, sino que se hubieran agravado por necesitarse mayor cantidad de válvulas, pero antes de tal nueva situación comenzaron a invadir todos los campos de la electrónica los semiconductores. En otros países llegaron a fabricarse televisores policromáticos a válvulas pero en nuestro medio, donde ya casi no se usan válvulas en los monocromáticos, era lógico que al presentarse recién ahora la oportunidad de fabricar televisores de color no se piense en dar un paso atrás sino en servirse de la más moderna tecnología en la materia.

Entonces no solamente no se piensa en chasis, en válvulas, en cables, sino que se hacen los diseños incorporando todos los tipos de semiconductores, los circuitos impresos y los monobloques que constituyen los circuitos integrados (C.I.). Entre estos últimos encontraremos algunos tan complejos que han dado en llamarse *junglas*.

No cabe duda de que el mercado ofrecerá muchas variantes y que el lector que desea encarar la construcción de un televisor policromático dispondrá de varias ofertas, y que a medida que transcurra el tiempo cualquier aparato que decidamos describir como modelo quedará atrás, pero hay una verdad indiscutible: conociendo la técnica general y disponiendo de información suficiente de la fábrica del conjunto de elementos que integran un equipo completo, podrá encararse el armado y puesta en funcionamiento de nuevos modelos que se diferencian del que encararemos a partir de ahora. Es lógico que en un mercado de libre competencia en el cual inclusive juegan ofertas de tecnologías procedentes de distintos países, se produzcan frecuentes innovaciones con mejoras y simplificaciones, pero siempre hay información sobre las mismas.

El diagrama en bloques

La complejidad de los circuitos de televisores, detalle que se magnifica notablemente en los policromáticos, hace que se prefiera disponer de circuitos parciales o sea de las diversas secciones, las cuales empalman entre sí según lo indica un diagrama sintético o en bloques. Esta modalidad se justifica porque en un televisor pueden agruparse conjuntos parciales que tienen una función definida, independiente de las otras, si bien se establecen conexiones entre ellas. Para comprobar lo dicho recuérdese el circuito general de un televisor monocromático: tenemos la sección que procesa la señal captada en el sintonizador que luego, ya como una F.I. de video, pasa al amplificador respectivo y llega hasta el detector. De allí partimos en dos direcciones diferenciadas, la sección de sonido y la amplificación de video. Por otro lado encontramos las dos secciones de los barridos, horizontal y vertical, las cuales reciben los pulsos de sincronismo de la sección de video. Las señales de salida de video van al tubo de imagen, las de sonido van al parlante y las de los barridos van al yugo, el cual se coloca en el cuello del tubo.

Esta reseña nos evidencia que, salvando el detalle de las interconexiones entre secciones y las conexiones a la fuente de alimentación, pueden prepararse circuitos parciales de cada sección del televisor y analizar el contenido de cada una. De este modo puede procederse al análisis, al armado y a la revisión y reparación del aparato porque generalmente se puede individualizar la sección responsable de una anomalía al conocerse la particularidad de la misma.

Pasando a los televisores policromáticos puede procederse de la misma manera y para ofrecer a los lectores un ejemplo válido hemos tomado un conjunto programado por el *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicoas de FAPESA*, que tiene un montaje totalmente modular y que se complementa con el tubo del tipo denominado *concepto 20AX* (figura 28) con alto brillo, autolimitación de corriente contra arcos internos y calentamiento rápido (5 segundos); el conjunto puede usarse con los tubos de 22" y 26" de ese tipo. La figura 51 muestra el diagrama en bloques del televisor completo correspondiendo cada rectángulo a una de las secciones o módulos que integran el circuito general. Estas secciones serán descriptas separadamente a partir del presente capítulo y comprobaremos que las mismas incorporan circuitos integrados de avanzada, los que han dado en llamarse: de *segunda generación*. En la última etapa de la descripción nos ocuparemos del conjunto global, es decir del contenido e interconexiones del diagrama en bloques de la figura 51. Los módulos que contiene son:

1) **Módulo de señal** con sintonizador varicap ELC3082; amplificador de F.I. de video, demodulador sincrónico y disposición C.A.G. con C.I. TDA2541; control automático de sintonía (C.A.S.); sección F.I. y amplificador de sonido con C.I. TBA750A y dos transistores BD135.

2) **Panel de controles** que permite la selección por botonera de hasta 7 canales sintonizables por medio de potenciómetros tipo multivueltas. Controles manuales de imagen, brillo, contraste, saturación, volumen y tono. Hay espacio para colocar un control de balance de blanco que permita al usuario correr la tonalidad general hacia el azul o el rojo.

3) **Modulo decodificador PAL-N** con C.I. TDA2560 y TDA 2522; línea de retardo DL52 y cristal de 7,16 MHz.

4) **Módulo matriz-salida de video** con C.I. TDA2530 y salidas rojo, verde y azul mediante una etapa con transistores BF422 y BF 423 en clase B.

5) **Plaqueta de chisperos**

6) **Deflexión vertical** con transistores de salida 2N3055 sin transformador y oscilador sincrónico tipo llave electrónica.

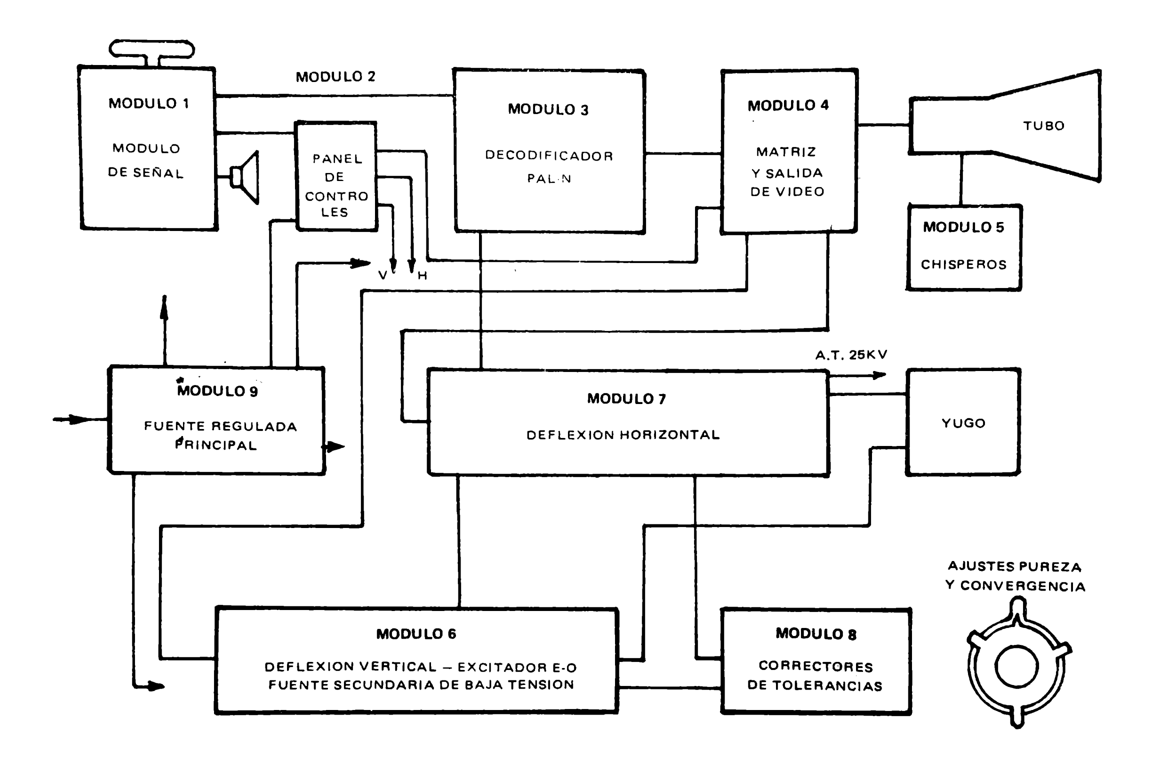


Fig. 51. – Diagrama sintético en bloques de un televisor policromático desarrollado por el LABORATORIO DE APLICACIONES ELECTRONICAS DE FAPESA. Los diversos módulos que hemos numerado del 1 al 9 serán descriptos en detalle en el texto en forma sucesiva.

7) **Deflexión horizontal** con transistor BU208A, fly-back de quinta armónica AT2080/10 de 8,5 KV y unidad triplicadora para 25 KV; oscilador horizontal con C.I. TBA920. Corrección de la distorsión almohadilla Este-Oeste con modulador a diodos BY223-BYX55. La compensación de la distorsión Norte-Sud es automática.

8) **Fuente de alimentación** conmutada del tipo serie con transistor BY126 y C.I. TDA2640; incluye circuitos de desmagnetización automática del TRC y varios dispositivos de protección contra sobretensiones, sobrecorrientes y flash-over.

9) **Unidad multipolar** AT1081 para convergencia estática y pureza de color.

A estos nueve módulos se agrega para completar el equipo, el *tubo tricolor* concepto 20AX y el correspondiente *yugo* con autoconvergencia dinámica AT1080 para 26" y AT1083/01 para 22".

Especificaciones eléctricas del conjunto

El proyecto de televisor policromático que estamos comentando da una serie de especificaciones eléctricas válidas para sus diversas secciones, las que deben ser respetadas para lograr un correcto funcionamiento. Algunas de las cifras se refieren a las normas sobre el sistema vigente en nuestro medio y otras corresponden al equipo en particular. Veamos tales cifras:

Fuente de alimentación:

Tensión nominal de la red . . . . 220 V 50 Hz
Límites de regulación . . . . 170 a 240 V
Tensión de salida . . . . 245 V c.c.
Estabilización . . . . menor que 0,6%
Consumo total 150W

Sección de R.F.

Sintonizador . . . . a diodos varicap ELC3082
Impedancia de entrada . . . . 300 Ohm
Canales . . . . 2-6 y 7-13

Frecuencia Intermedia de Video

Portadora de video . . . . 45,75 MHz
Portadora de sonido . . . . 41,25 MHz
Subportadora de color . . . . 42,17 MHz

Frecuencias y atenuaciones de las trampas:

Sonido propio . . . . 41,25 MHz; 23 dB
Sonido adyacente . . . . 47,25 MHz; 55 dB
Atenuación de 4,5 MHz . . . . 40 dB
Sensibilidad (3 V ef. en cátodo TRC para 30% modulación portadora de video) . . . . 5 μV
Rango control CAG para FI video . . . . 55 dB
Rango de control CAG para RF . . . . 40 dB

Canal de sonido

Frecuencia interportadora . . . . 4,5 MHz
Potencia de salida de audio . . . . 2,7 W
Respuesta de frecuencia (3 dB) . . . . 65-12000 Hz

Decodificador PAL-N

Frecuencia subportadora crominancia . 3,582 MHz
Línea de retardo luminancia . . . . . . 400 nano-seg
Línea de retardo crominancia . . . . . . 63,929 μseg
Ancho de banda de luminancia para 6 dB:
para color . . . . 3 MHz
para blanco y negro . . . . 4 MHz
Ancho de banda de crominancia para 6 dB. 1,5MHz

Sincronización

Frecuencia horizontal . . . . 15.625 Hz
Frecuencia vertical . . . . 50 Hz
Rango de reenganche horizontal . . . . . > ± 800 Hz
Rango de retención horizontal . . . . > ± 1.000 Hz
Rango de retención vertical . . . . +3,2 Hz; –2,3 Hz

Planteadas las características generales del televisor que estamos describiendo, dejaremos para más adelante las explicaciones referentes al conjunto general, pues el diagrama en bloques de la figura 51 nos ubica perfectamente las distintas secciones y las mismas serán analizadas parcialmente en forma sucesiva. El orden adoptado para ellas es el que hemos numerado del 1 al 9 y comenzamos entonces por la primera.

Descripción del módulo de señal

El primer módulo que describiremos es el N° 1 de la figura 51, ocupa una plaqueta impresa de 132 X 170 mm y se ha programado para recibir señal de antena y entregar dos salidas: una señal compuesta de video de 4,5 MHz y una señal de audio con potencia suficiente para alimentar el parlante, el cual es de 25 Ohm en bobina móvil para ser conectado en acoplamiento directo. La descripción se ha tomado del Boletín de Electrónica FAPESA, año 24 N° 5.

A fin de analizar con más comodidad esta plaqueta, la hemos dividido en dos partes, una que abarca el sintonizador y el amplifiador de FI de video, que mostramos en la figura 52A y la otra que abarca la FI y el amplificador de audio, y que se exhibe en la figura 52B. Adosando ambos grá-

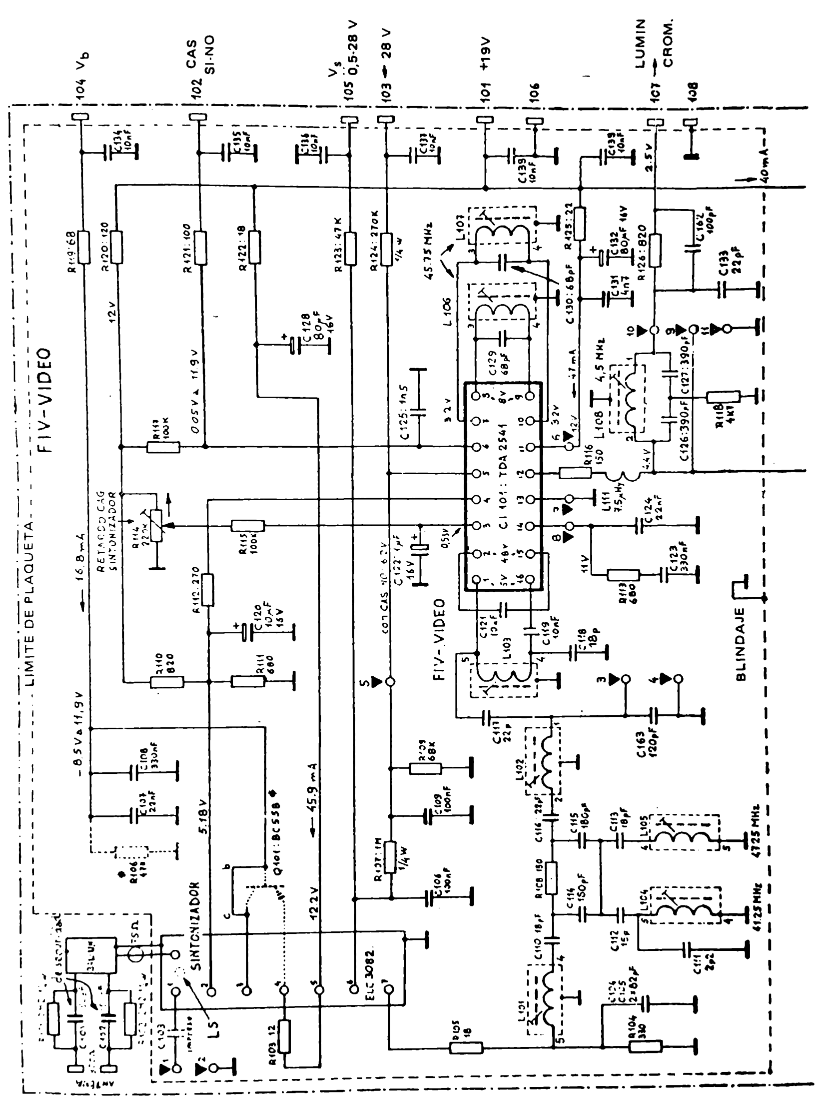


Fig. 52A. – Parte de la plaqueta impresa del módulo de señal que corresponde a la sección que abarca el sintonizador y la F.I. de video. Esta parte debe empalmarse con la figura 52B (circuito FAPESA).

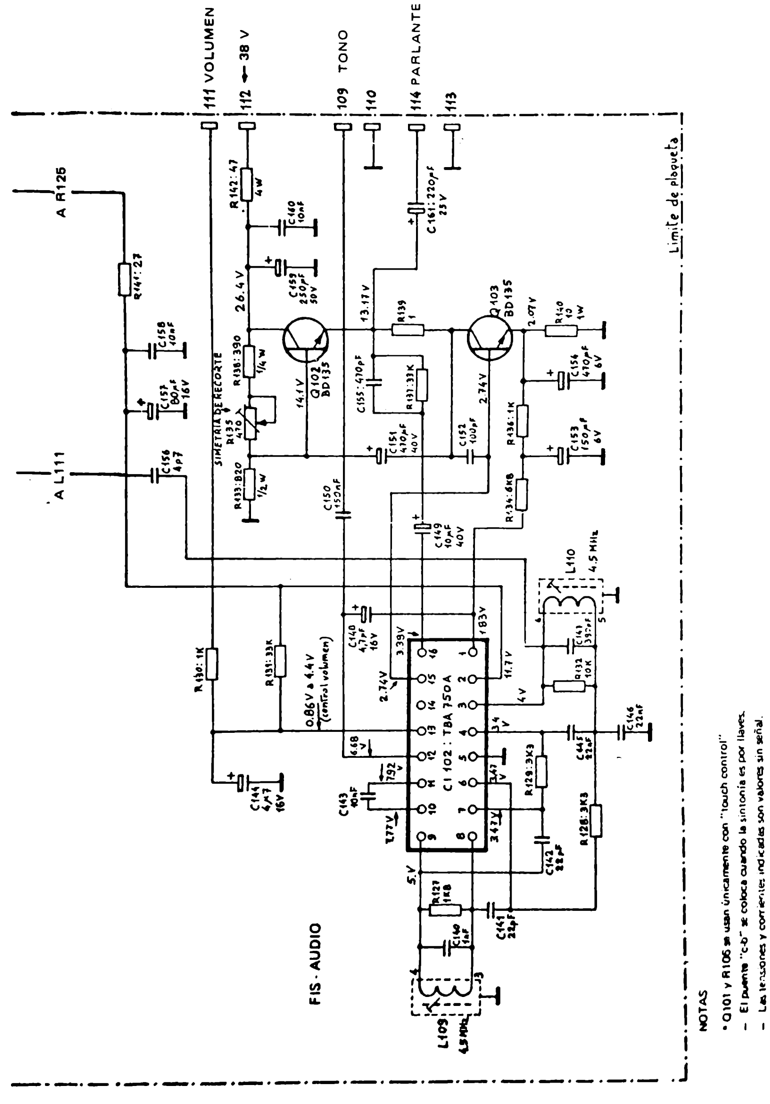


Fig. 52B. – Parte de la plaqueta impresa del módulo de señal que corresponde a la F.I. de audio y el amplificador de potencia con salida por los terminales 113 y 114 directamente al parlante (circuito FAPESA).

ficos se tiene la plaqueta completa con todo lo que se ha denominado módulo de señal.

Obsérvese que en el costado izquierdo de la plaqueta hay únicamente dos terminales para la conexión del cable de antena de 300 Ohm. Todos los demás terminales de interconexión de la plaqueta están en el borde derecho del dibujo y están numerados desde el 101 hasta el 114; los ocho primeros en la sección video (figura 52A) y los seis siguientes en la sección de sonido (figura 52B). En la figura 54 veremos la ubicación real de esos terminales.

Sigamos la señal captada en antena. Primero pasa por un balún que rebaja la impedancia de 300 a 75 Ohm y entra al sintonizador. Este carece de capacitor o inductor variable pues realiza la sintonía mediante diodos de capacidad propia variable, denominados *varicap*. Los mismos sufren alteraciones de la capacidad entre electrodos si se altera la tensión aplicada entre ellos, y tal cosa se logra con un resistor variable por secciones, seleccionadas por una botonera mecánica o por el nuevo sistema denominado *touch control* que funciona al tacto y que está previsto para su incorporación en este sintonizador, tal como se aclara en la figura 52A. Para ese fin debe incorporarse el transistor *Q101* y el resistor *R106*, suprimiendo el puente *c-b*.

Aplíquese o no la sintonía por tacto, la ventaja de este tipo de sintonizador es que no tiene la llave selectora de canales, cuyo deterioro requería frecuentes reparaciones. En este caso la sintonía se hace por selección de un grupo de resistores que no están insertados en el circuito de señal y que por tanto se colocan en cualquier parte, por ejemplo en el panel frontal de control. Entonces el sintonizador se coloca en la plaqueta de señal y los cables al selector pueden tener cualquier longitud. Inclusive, este tipo de sintonizadores suele llevar pequeños potenciómetros para ajuste de sintonía fina, uno para cada canal, lo que da al sistema una practicidad notable. La conmutación de los dos grupos de canales, 2 al 6 y 7 al 13, también es automática mediante la aplicación o no de una tensión.

Continuando con el camino de la señal, la misma sale del sintonizador como una F.I. de video, cuya frecuencia es de 45,75 MHz, acompañada de la portadora de sonido en 41,25 MHz, o sea separada de la anterior en 4,5 MHz y llevando también insertada la subportadora de crominancia con frecuencia de 42,17 MHz, o sea separada en 3,58 MHz de la portadora de video. Este conjunto pasa por un grupo de circuitos sintonizados y trampas de onda que tienen las bobinas ajustables *L101* a *L105*, tal como se encontraban en los televisores monocromáticos.

Así llegamos al amplificador de video propiamente dicho, que está contenido en el C.I. TDA2541. El mismo contiene tres etapas de F.I. de ganancia controlada en forma escalonada, un demodulador sincrónico, un inversor de puntos blancos de ruido, un preamplificador de video con protección anti-ruido, una salida de C.A.G. con retardo para el sintonizador y un control automático de sintonía (C.A.S.) que corrige la sintonía fina en el sintonizador mediante la aplicación de una tensión continua. A este C.I. se conectan dos circuitos sintonizados a la F.I. de video, entre los pares de terminales 1-16 y 8-9. Del terminal 12 sale la señal producto de la detección, que se hace pasar por una trampa *L108* de 4,5 MHz y se envía al terminal 107 de salida de la señal compuesta de luminancia y crominancia. Del mismo terminal 12 va la señal de la F.I. de audio (4,5 MHz) a la sección de sonido, entrando por el terminal 3 del C.I. TBA750A que vemos en la figura 52B. Esta señal está sostenida por un conjunto resonante a 4,5 MHz con *L110*.

El terminal 104 de la plaqueta de la figura 51A recibe la tensión V_b que proviene del panel de control y que aplica o no una tensión de 12 V al terminal 3 del sintonizador. Si la aplica se trata de sintonía en canales altos y si no la aplica es la sintonía de los canales bajos. Para la sintonía general actúa en el terminal 6 del sintonizador una tensión que varía entre 0 y 28 V y que procede del panel de controles y aparece en el terminal 105 de la plaqueta. El control automático de sintonía se aplica al terminal 103 de la plaqueta y a través de *R107*, al terminal 6 del sintonizador; para sintonía correcta, o sea cuando la F.I. tiene exactamente 45,75 MHz, la tensión en el terminal 5 del C.I. 101 tiene 6V y si la frecuencia de resonancia se altera tal tensión fluctúa entre 0,4 V y 11,6 V, actuando en el punto 6 del sintonizador para producir las correcciones necesarias.

El circuito de C.A.G. se procesa dentro del C.I. 101 y su nivel de carga es la tensión presente en el capacitor *C123*, vinculado al terminal 14 de dicho C.I., habiendo relación directa entre la ganancia del amplificador y la tensión en ese capacitor. Para acción del C.A.G. en el sintonizador se usa el terminal 3 del C.I. y mediante un circuito ajustable a potenciómetro se aplica un retardo en la acción que controlará la ganancia en el sintonizador.

Entre los terminales 7 y 10 del C.I. 101 se conecta un circuito resonante formado por *L107* y *C130*, que funciona como conjunto de referencia para el control automático de sintonía. Tal bobina es excitada por *L106* debido a que entre ambas hay acoplamiento capacitivo por estar muy

próximas sus conexiones dentro del C.I. Si desde el panel de controles se mantiene abierta la llave *si-no* que actúa sobre el C.A.S. el terminal 5 del C.I. está activo y *R117* mantiene al corte un transistor interno del C.I., terminal 6, y actúa ese control automático sobre el sintonizador. Si se pone a masa el terminal 102 de la plaqueta, tal transistor se satura y desactiva el C.A.S.

Cabe acotar que la descripción precedente no entra en detalles sobre las particularidades del circuito de sintonía y F.I. de video de este televisor, pero eso queda justificado por no presentar diferencias sustanciales con esta misma sección de los televisores monocromáticos, salvo algunos refinamientos incorporados como ser la sintonía a botonera manual o por tacto, el sistema de C.A.S. y la existencia de un circuito integrado para todo el amplificador de video.

Sección de audio del módulo

Continuando con la descripción del contenido del módulo de señal, nos ocuparemos ahora de la parte inferior del mismo, la cual puede verse en la figura 52B. La subportadora de 4,5 MHz que sale del detector sincrónico contenido en el C.I. 101 que está en la otra parte del módulo, la tomamos en el terminal 12 del mismo a través del resistor *R116*, el choque *L111* y el capacitor *C156*, llegando así al terminal 3 del C.I. 102, que es un *TBA750A*, alma de esta sección del canal de audio. Ya dijimos que la señal de 4,5 MHz encuentra derivado un circuito resonante a esa frecuencia, formado por la bobina ajustable *L110* y el capacitor *C147*. Hay otro circuito resonante a la misma frecuencia, formado por la bobina *L109* y *C140* que se deriva entre los terminales 8 y 9 del C.I. Veamos un poco qué es lo que el mismo tiene dentro.

El circuito interno del C.I. *TBA750A* tiene un amplificador limitador de la F.I. de audio, un demodulador de la señal modulada en frecuencia y un preamplificador de audio. Esta última parte se vincula al control de volumen, el cual se halla en el panel de controles y entra al terminal 13 del C.I. retornando a masa de la plaqueta por el terminal 113 de la misma. También hay un control de tono ubicado en el panel de controles, el cual se conecta al terminal 109 del C.I. y retorna a masa de la plaqueta.

De los dos conjuntos sintonizados, la bobina *L110* forma con la *L108* de la figura 52A un circuito doble sintonizado que presenta una suficiente selectividad para la señal de 4,5 MHz, al mismo tiempo que su primario (*L108*) oficia como trampa de onda para la señal de 4,5 MHz para evitar que la misma se cuele hacia la sección de video, la que sale del terminal 10 de la plaqueta 101, figura 51A. El segundo conjunto sintonizado, formado por la bobina *L109*, pertenece al detector por cuadratura, típico en la demodulación de F.M.

El C.I. *TBA750A* fue elegido por tener buenas cualidades en cuanto a la limitación de amplitud y por excitar plenamente a un par de transistores *BD135* que trabajan en clase A, montaje que ofrece la ventaja que tiene consumo casi constante sobre la fuente y se reducen así los requisitos de regulación de la tensión. Una etapa de salida en montaje clase B presentaría consumos muy variables, lo que aumentaría las condiciones de regulación para la fuente.

Pasemos ahora a la etapa de salida, la cual contiene dos transistores *BD135*, tal como se dijo (*Q*102 y *Q*103). El montaje es el llamado *single ended* y por lo tanto usa transistores iguales. La alimentación se hace desde el terminal 112 de la plaqueta donde hay una tensión de 38 V. Se obtuvo la siguiente performance, considerando el conjunto preamplificador y amplificador de potencia:

Potencia de salida máxima.	2,7 W
Potencia límite de recorte para distorsión 4,5%.	2,3 W
Tensión de audio en pata 12, para máxima salida	170 mV
Tensión de audio en pata 12, para potencia limitada	140 mV
Respuesta en frecuencias dentro de 3 dB	65 Hz - 12 KHz
Rechazo de señales de A.M.	40 dB
Control de tono, atenuación a 10 KHz	12 dB
Ancho de curva S en el demodulador.	325 KHz
Umbral de limitación en pata 3 para 3 dB.	220 μV

Siguiendo con los detalles del amplificador final, diremos que la corriente de reposo del par de transistores de potencia está determinada por el valor de *R140*. Hay un lazo de realimentación con los resistores *R134* y *R136* que llevan señal de la etapa de salida al terminal 1 del C.I. El transistor *Q102* recibe excitación desde el colector de *Q103* a través de *C151*. El resistor ajustable *R135* permite regular la tensión en el punto central de los dos transistores. El capacitor *C152* limita la respuesta del amplificador a frecuencias superiores.

Como detalle de interés mostramos en la figura 53 la curva de distorsión versus frecuencia. La misma muestra que a potencia máxima la deformación

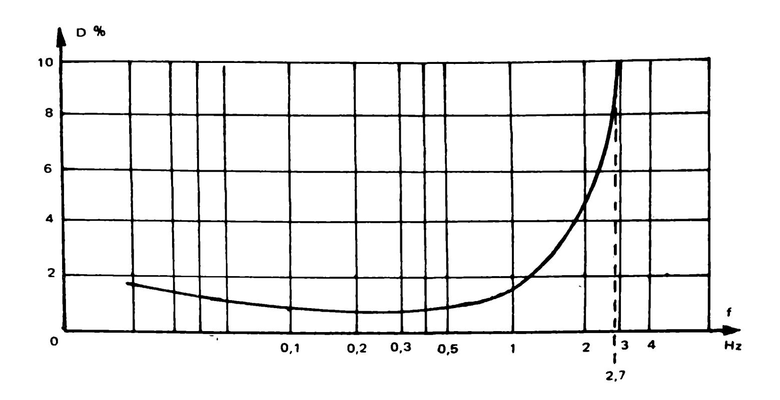


Fig. 53. – Características de deformación versus frecuencia del amplificador de audio del televisor que estamos describiendo.

armónica alcanza una cifra de 10%, pero como el nivel de audio habitual en salas familiares es del orden de 1 W, la distorsión queda limitada a un poco más del 1%. De todos modos, para la potencia limitada que mencionamos, de 2,3 W, la deformación es de 4,5%.

Montaje del módulo de señal

El módulo que hemos descripto, al que se ha denominado *módulo de señal*, contiene según hemos visto el sintonizador, el amplificador de video, el detector sincrónico y algunos dispositivos ya mencionados, en la parte superior que se mostró en la figura 52A, y la sección de sonido, que incluye la F.I., el demodulador y el amplificador de audio, en la parte inferior que vimos en la figura 52B. Todo ese conjunto que abarca las dos partes está contenido en una plaqueta de circuito impreso, con dos circuitos integrados, varias bobinas, dos transistores de potencia y un conjunto de componentes diseminados en toda su superficie.

Resulta interesante ver la distribución real de componentes en la plaqueta, cosa que muestra la figura 54. Obsérvese que los terminales de interconexión con el resto de las plaquetas del televisor están reunidos en cuatro grupos: al centro y a la izquierda, terminales 107 y 108; abajo a la izquierda, terminales 109, 110 y 111; arriba y a la derecha, terminales 101, 102, 103, 104, 105 y 106; y abajo a la derecha, terminales 112, 113 y 114.

Puede observarse la ubicación de los puntos de prueba, que se indican con un triangulito negro, y que tienen mucha importancia para las operaciones de revisión y ajuste. También se ven los dos C.I., uno en la sección de video y otro en la de sonido, y en el amplificador de potencia se ven los dos transistores de salida con un cuadrado que los rodea; se trata de los disipadores, de los que nos ocuparemos más adelante.

La plaqueta de señal tiene 132 X 170 mm lo que demuestra la alta compacidad lograda, si se tiene en cuenta la cantidad de componentes que contiene. Piénsese que desde la entrada de antena, salen de ella la señal de video compuesta, o sea con luminancia y crominancia, y la salida de audio para el parlante. Esta plaqueta está vinculada al panel de controles que se halla en el frente del gabinete, pues allí se encuentra la botonera de sintonía y la llave de anulación del CAS.

Cabe aclarar que toda la sección del módulo de señal que abarca sobre la plaqueta el sintonizador, el amplificador de video y el detector, debe llevar un blindaje, el cual se indica con línea de trazos en la figura 52A. Este blindaje puede ser de hojalata, con las dimensiones indicadas en la figura 55. Obsérvese que se han dispuesto una serie de perforaciones en tal blindaje para poder introducir el destornillador en la operación de calibrado; uno de los orificios indica *R114* que es para el ajuste del retardo del CAG para el sintonizador.

Otro detalle que puede mencionarse es que los transistores de potencia necesitan un disipador tér-

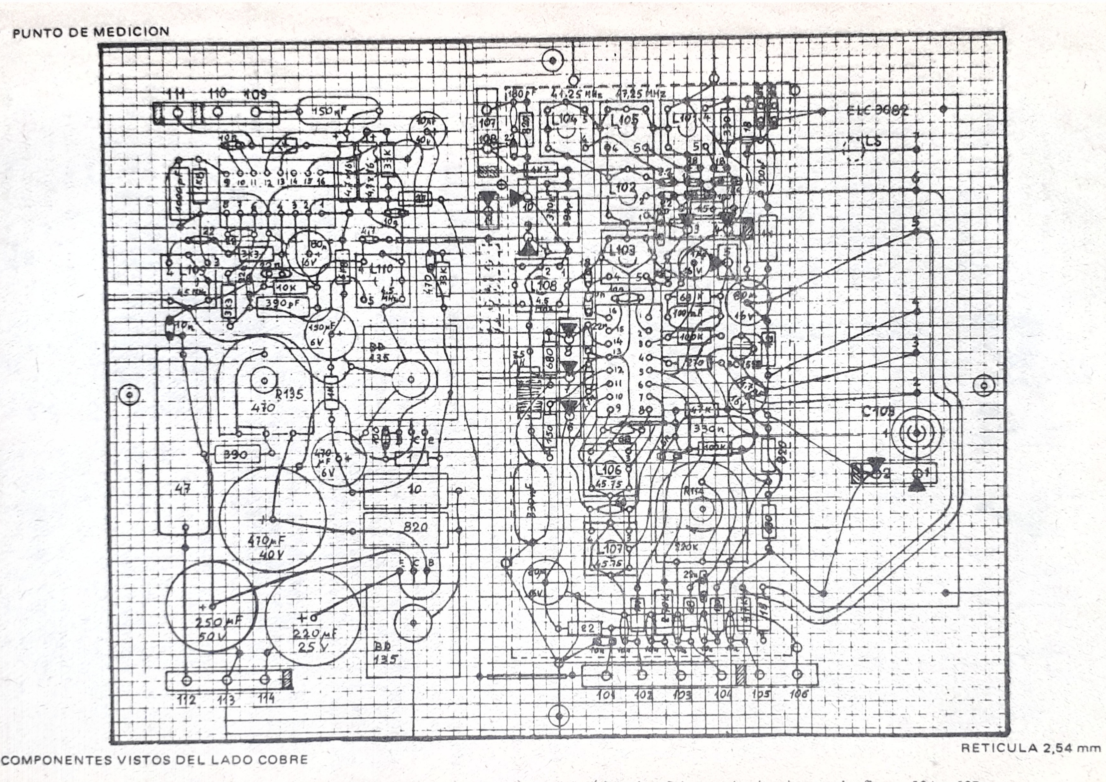
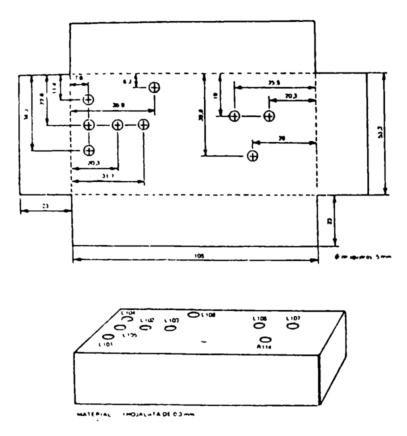


Fig. 54. – Distribución de componentes sobre la plaqueta impresa del módulo de señal cuyo circuito vimos en las figuras 52A y 52B.



Las medidas son en mm.

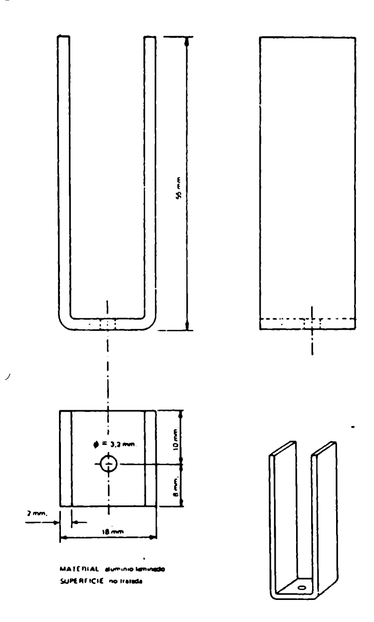
Blindaje para el lado componentes.

Fig. 55. – Forma y dimensiones del blindaje que cubre parte del módulo de señal del televisor policromático.

mico que permita estabilizar la temperatura y con ello el régimen funcional. En este caso se ha recomendado usar disipadores de aluminio al natural. con la forma y dimensiones indicadas en la figura 56. Es obvio que se necesitan dos disipadores iguales, uno por cada *BD135*.

Con la descripción precedente el lector tiene una idea del aspecto, contenido y funcionamiento de la plaqueta destinada al módulo de señal. Falta hablar de las interconexiones con las otras plaquetas del televisor y de la calibración y ajustes de la unidad, cosas de las que nos ocuparemos oportunamente.

Pero hay una mención obligada y es que en la figura 51 sigue al módulo N° 1 de señal el N° 2 que es el *panel de controles.* No hay en él circuitos donde se realizan procesos de señales sino botones para seleccionar canales de sintonía, y potenciómetros para actuar como controles de diversa índole, como foco, brillo, volumen, tono, saturación, balance de blanco y sintonía fina. Hay también interruptores, como general, el de color y el de CAS. A este panel de controles nos referiremos al ocuparnos del circuito general.



Disipador para BD135.

Fig. 56. – Forma y dimensiones de los disipadores para los transistores de potencia del amplificador final de audio.

Día 7

La descripción del módulo al que se asignó el número 1 por ser el primero que recibe la señal captada por la antena presentó algunas particularidades para el lector, si se compara su configuración con una sección similar de un televisor monocromático. Pero las variantes no implican diferencias esenciales pues ya hemos tenido oportunidad de tratar los televisores transistorizados en el tomo "Aprenda TV-Transistor en 15 Días" de esta colección. Lo que indiscutiblemente podemos considerar novedoso es la incorporación de las palabras luminancia y crominancia a la señal de salida del detector de video, ya que en los monocromáticos esa señal se llamaba simplemente: de video. Y también vimos que se incorporaba al sintonizador un control automático de sintonía o C.A.S. que está encargado de mantener la portadora de video en su frecuencia exacta. Tal refinamiento se hace necesario por existir en los sistemas de TV-color una subportadora de crominancia que está ligada a la portadora de video por una diferencia fija en frecuencia, según hemos visto. Y fuera de esos dos detalles justificables sólo encontramos mejoras en los circuitos que son el producto de la investigación y de la aparición de componentes nuevos, como es el caso de usar para el amplificador de F.I. de video un C.I. que lo simplifica notablemente. Pero analizada ya la primera sección debemos pasar a la segunda y aquí sí tenemos novedades de importancia, pues en los circuitos para blanco y negro no se veían matrices ni señales R V A. Frente a tal situación es obvio que recomendemos prestar especial atención al tema de la presente jornada.

CIRCUITOS DEL DECODIFICADOR Y SALIDA DE VIDEO

En esta segunda parte de la descripción de las secciones que comprende el televisor policromático que estamos describiendo y que, como hemos dicho, ha sido desarrollado por el *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas de FAPESA*, encararemos las secciones o módulos correspondientes al tratamiento de las señales de luminancia y crominancia, que comprenden los bloques numerados como 3 y 4 en el diagrama de la figura 51. El primero, bloque 3, se ha denominado *decodificador PAL-N* y el segundo, bloque 4, se denominó *matriz y salida de video*. Las señales que entran al primero de ellos son las obtenidas en el detector de video, y se toman del terminal 107 de la plaqueta del módulo de señal, bloque N° 1 figura 52A. Y después del proceso a que serán sometidas tales señales, obtendremos las señales de luminancia *Y* y las de crominancia *R*, *V* y *A* que van al tubo de imagen. Las descripciones se han tomado de los Boletines de Electrónica FAPESA, año 24, Nos. 4 y 5.

Es de imaginar que la plaqueta correspondiente al módulo de señal, bloque 1, no se diferenciará mucho de las correspondientes a otros sistemas de televisión policromática, pero ahora, al entrar en el matrizado de las señales de color, se deberán tener en cuenta únicamente circuitos aptos para el matrizado del sistema PAL-N y no pueden usarse los que sirvan para otros sistemas, aún los proyectados para otras variantes del PAL.

Cabe destacar que el mayor mérito del trabajo presentado por la firma nombrada es la simplicidad del conjunto, el que se arma sobre dos plaquetas impresas. La primera es para el decodificador y lleva dos circuitos integrados, la línea de retardo y una cantidad reducida de componentes, todo ello ubicado en una plaqueta de 100 X 170 mm. La segunda sección corresponde a la matriz PAL-N y el amplificador final de video, y lleva un circuito integrado y seis transistores de potencia, dos para cada color, conjunto armado sobre una pla-

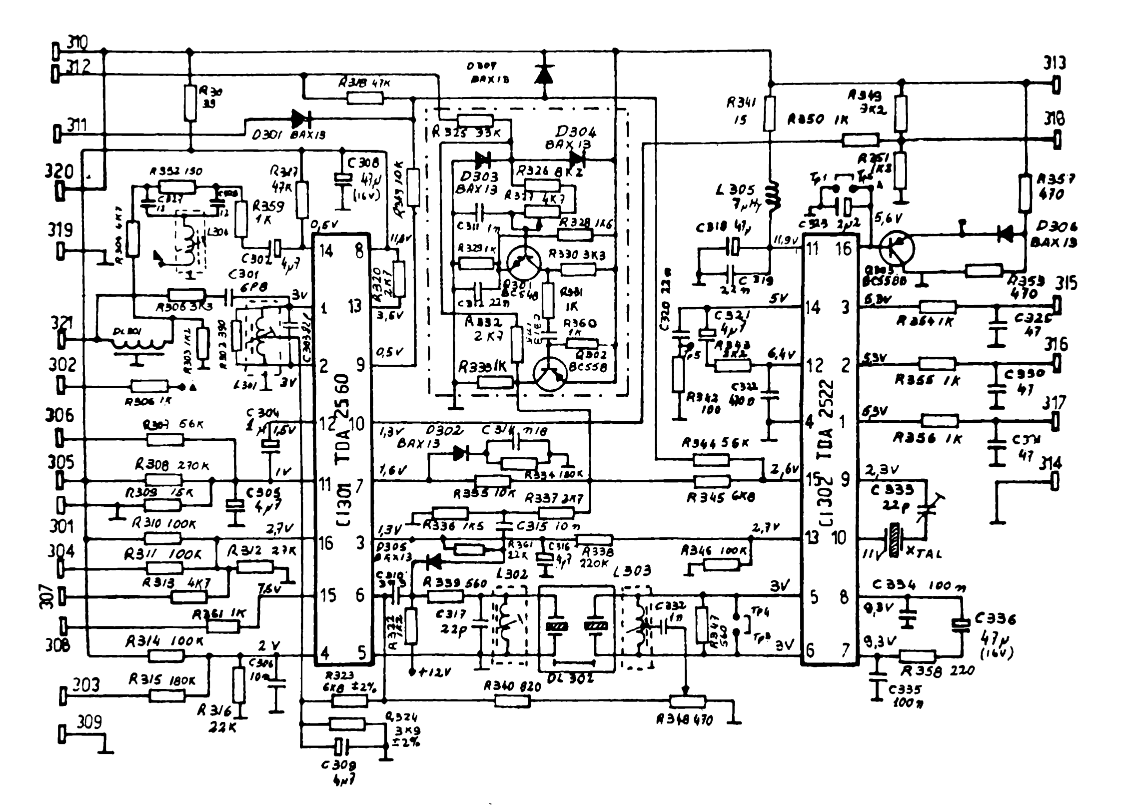


Fig. 57. – Circuito general del bloque N° 2 del diagrama de la figura 51, correspondiente al decodificador PAL-N (circuito FAPESA).

queta de 83 X 170 mm sobre la que se distribuyen los restantes componentes en cantidad notablemente reducida. A partir de aquí nos ocuparemos primero del módulo decodificador y luego del módulo matriz con su consiguiente amplificador de video.

EL DECODIFICADOR PAL-N

La primera de las dos plaquetas que analizaremos en este capítulo es la que corresponde al bloque 3 de la figura 51 y su circuito general puede verse en la figura 57. En el mismo aparecen en sus dos bordes verticales los 21 terminales numerados correlativamente del 301 al 321, pero aclaramos que las posiciones reales de los mismos se verán más adelante, en una vista de la plaqueta con los componentes colocados.

Sobre la plaqueta se destacan como elementos importantes dos circuitos integrados de segunda generación, el *CI 301*, que es un *TDA2560* y el *CI 302*, que es un *TDA2522*. Hay tres transistores, siete diodos, un cristal y dos líneas de retardo. Estas últimas suelen llevar como sigla distintiva la *DL* que viene de *delay line* (línea de retardo) y en el caso de la figura 57 vemos la de luminancia, *DL301*, conectada al terminal 321 de la plaqueta; la de crominancia, *DL302*, es más compleja y aparece insertada entre los terminales 5 y 6 del *CI301* y los 5 y 6 del *CI 302*. Esta línea queda vinculada también a las bobinas *L302* y *L303*, además de otros componentes.

Hay un oscilador a cristal, el cual trabaja al doble de la frecuencia de la subportadora de crominancia, o sea 3,58 X 2 = 7,16 MHz, lo que permite obtener las señales de referencia para los detectores de color con mucha precisión de fase mediante el sistema de divisores. Este cristal lo vemos conectado entre los puntos 9 y 10 del *CI 302*. El diseño logrado al usar una ruta común para las señales de crominancia y burst eliminó los problemas de errores de fase y fase diferencial entre ambas señales. A esa ventaja se agregan la reducción del número de componentes y de ajustes, el uso de controles en corriente continua y tener invertida la salida de video para el separador de sincronismos.

Ahora conviene que hagamos algunos comentarios acerca del contenido de los dos C.I. que tiene la plaqueta, pues los mismos son muy enmarañados, un exponente de las llamadas *junglas* de TV. Debido a su extrema complejidad, sus circuitos los hemos agrupado en forma de bloques.

C.I. 301 – TDA2560

Este C.I. contiene una combinación de los controles de la señal de video compuesta, es decir de luminancia y crominancia. Su distribución interna puede verse en el diagrama en bloque de la figura 58.

En la sección de luminancia se realizan las siguientes funciones:

- Control de contraste por corriente continua.
- Control de brillo por corriente continua.
- Enclavador de nivel de negro.
- Circuito de borrado.
- Salida de video adicional con pulsos de sincronismo positivos.

En la sección de crominancia se realizan las siguientes funciones:

- Amplificador de ganancia controlada.
- Control de ganancia de crominancia consecuente con el control de contraste.
- Control de saturación por corriente continua.
- Salida de crominancia y burst combinados; la señal de burst no es afectada por los controles de contraste y saturación.
- La línea de retardo de crominancia (DL302) es directamente excitada por el C.I.

C.I. 302–TDA2522

Este C.I. contiene una combinación de demoduladores de color del tipo sincrónico. Su distribución interna puede verse en el diagrama en bloques de la figura 59. Realiza las siguientes funciones:

- Oscilador de 7,16 MHz, cifra que por división da las dos señales de 3,58 MHz usadas como referencia de los demoduladores de color.
- Detector de fase del burst gatillado para óptima relación señal/ruido.
- Detector y amplificador de CAG.
- Inhibidor de color (*killer*).
- Dos demoduladores sincrónicos para las señales (*R* – *Y*) y (*A* – *Y*).
- Seguidores de emisor compensados en temperatura para las salidas.
- Llave PAL y Flip-flop PAL con identificación interna.
- Capacitores integrados en los demoduladores simétricos para reducir portadoras indeseables a las salidas.

Las conexiones de los dos C.I. al resto de com-

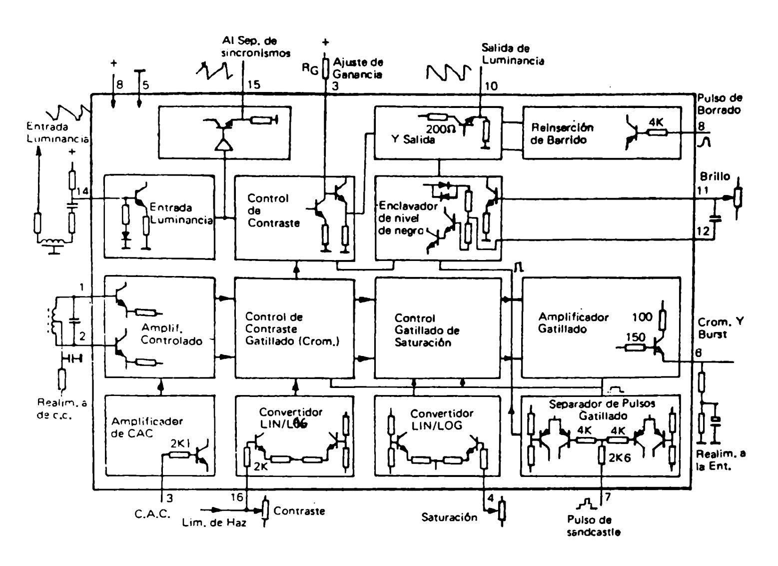


Fig. 58. – Esquema interno diagramado en bloques del CI301 (TDA2560) que se encuentra en el decodificador de la figura 57.

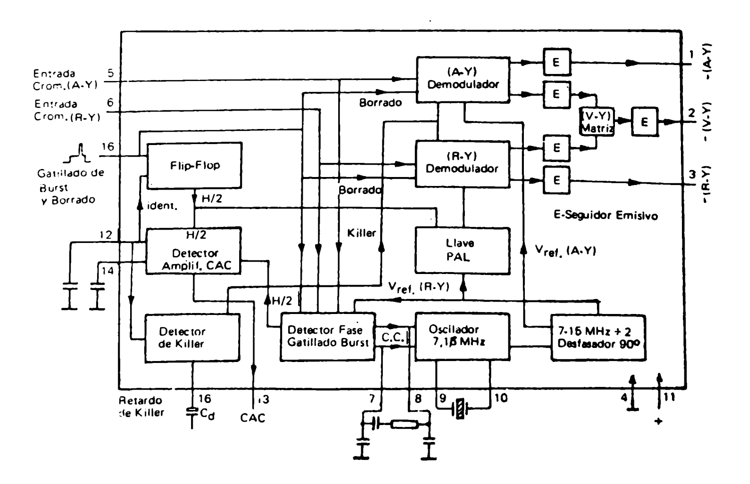


Fig. 59. – Esquema interno diagramado en bloques del CI302 (TDA2522) que forma parte del decodificador de la figura 57.

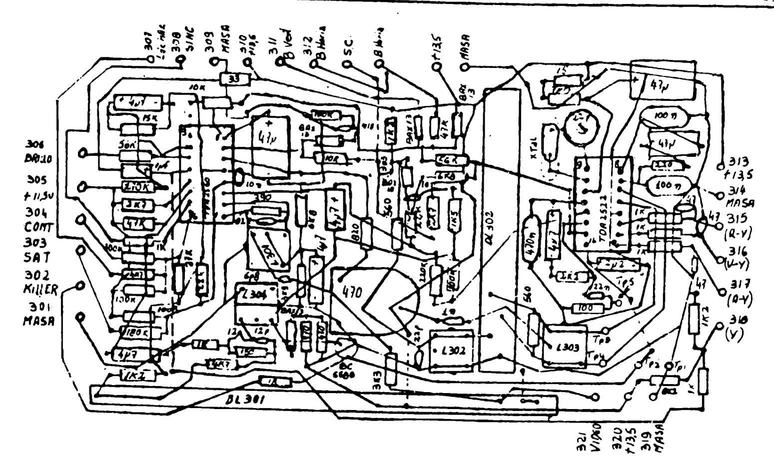


Fig. 60. – Plaqueta impresa del decodificador de la figura 57, vista desde el lado de los componentes.

ponentes de la plaqueta puede verse en el esquema general de la figura 57, pero resulta conveniente observar también la vista del lado componentes de la plaqueta, la cual se da en la figura 60. Ello permite la ventaja de comprobar la ubicación real de todos los componentes que se encuentran enclavados en la referida plaqueta.

Descripción del circuito, sección luminancia

Como el módulo de señal da salida de video de polaridad positiva, la entrada del módulo decodificador, terminal 321, debe corresponder a una entrada de señal positiva. Entonces la señal de luminancia llega a la pata 14 del *CI301* y al mismo tiempo se intercala la línea de retardo *DL301* adaptada por el divisor resistivo *R303/304*. A la salida de la primer etapa la señal toma dos caminos: uno la conduce a un amplificador inversor de ganancia fija para excitar al separador de sincronismos y el otro a una etapa de ganancia variable a través del control de contraste. La etapa final es un amplificador de ganancia fija terminado en un seguidor de emisor en la pata 10 del *CI301*. Esto lo podemos seguir también en la figura 58.

El nivel de negro en la salida de luminancia debe ser igual a la tensión en la pata 11 del C.I. que va al control de brillo. Eso se consigue con un circuito de realimentación, que clava dicho nivel al exigido.

La señal de crominancia y burst son tomadas de la entrada de video por un circuito sintonizado *L301-C303* y se aplica a las patas 1 y 2 del *CI301*, entrando a un amplificador simétrico, según se ve en la figura 58, que actúa como amplificador de crominancia durante el trazado y de burst durante el retrazado horizontal. Los controles de contraste y saturación no actúan sobre la señal burst por quedar inhibidos durante el retrazado por un pulso de gatillado proveniente del separador de pulsos (figura 58). La ganancia del amplificador se controla en la primera etapa mediante una tensión del CAG que proviene del *CI302* (pata 13) y que entra en la pata 3 del *CI301*.

Además de lo dicho, el *CI301* requiere dos pulsos de gatillado, uno para enclavar el nivel de negro en el canal de luminancia y otro para gatillar los controles de contraste y saturación en el amplificador de crominancia. Estos pulsos se aplican a la pata 7 de ese C.I. y son separados internamente a los efectos de enviarlos a las etapas correspondientes. Esos pulsos combinados se denominan *pulsos de sandcastle* y así lo indica la figura 58.

También tenemos los pulsos de borrado vertical y horizontal que se aplican a la pata 9 del *CI301* previa su suma y limitación a través de *R318*, *D301* y *D307*.

Otro detalle que podemos ver en la figura 58 es la entrada de la pata 16 del *CI301*. Es sabido que la limitación de la corriente del haz en el TRC se efectúa a través del control de contraste. En el circuito de deflexión horizontal puede sensarse la corriente del TRC en el retorno de la bobina del

fly-back y cuando ella supera los 1,2 mA tal sensor genera una tensión menos positiva que la fijada por el control de contraste. La información se aplica a la pata 16 del C.I. con lo que baja el nivel de contraste y la corriente del TRC.

Sección del circuito para crominancia

La información de color sale por los puntos 5 y 6 del *CI301* y pasando por la línea de retardo de crominancia, entra por los 5 y 6 del *CI302*. El punto 5 corresponde a la señal (*A* - *Y*) y el 6 a la (*R* *Y*) y en la figura 59 tenemos la disposición interna representada en bloques de este segundo C.I. Las señales nombradas van a sendos demoduladores sincrónicos y de la salida de ambos se extrae por simple matrizado la señal (*V* - *Y*). La salida de los demoduladores se aplica a sendos seguidores de emisor (*E*). De acuerdo con la dosificación estudiada para la codificación PAL, las señales de color deben tener amplitudes distintas; se debe medir en valores pico a pico 3 V para (*A* *Y*), 1,35 V para (*V* *Y*) y 2,4 V para (*R* *Y*).

Los pulsos para gatillado del burst y borrado entran en la pata 16 del *CI302* y son los que ya conocimos como pulsos de *sandcastle*. Se aplican a un detector de fase que resulta gatillado por dichos pulsos. Hay un dispositivo flip-flop y por alternancia de fase se extrae la mitad de la señal *H* y por desplazamiento de fase respecto del oscilador se genera una tensión continua, la cual se inyecta al oscilador de 7,16 MHz controlado a cristal, pasando por un filtro pasabajos conectado entre patas 6 y 7 del *CI302*, lográndose la corrección de fase necesaria.

El oscilador de referencia funciona al doble de la frecuencia de la subportadora de crominancia. Luego se toma la señal de frecuencia mitad para obtener la referencia necesaria para los demoduladores sincrónicos de (*A* *Y*) y (*R* *Y*). Partiendo de la mitad de *H* del detector de burst y del flip-flop se produce un pulso cuya amplitud es proporcional a la del burst. La polaridad de pulso será función de la relación entre la señal del flip-flop y la fase del burst y se lo utuliza para colocar a la llave PAL en su posición correcta. Además, como la amplitud de la señal detectada es función del nivel del burst, se la utiliza para controlar la ganancia del canal de crominancia del *CI301*, o sea que se dispone de un Control Automático de Color (C.A.C.).

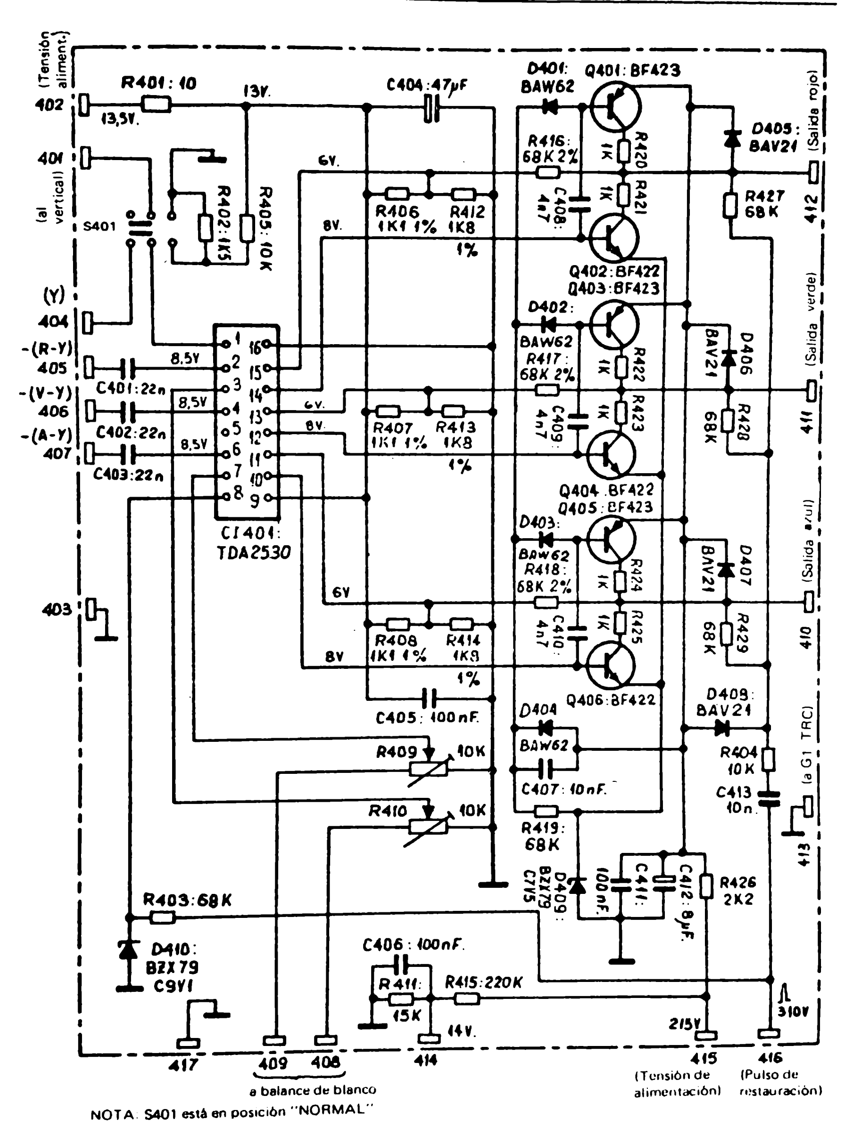
Además hay una disposición llamada *killer* (anulador, supresor) en la figura 59 que trabaja de la siguiente manera: cuando la amplitud del burst es muy pequeña, la tensión del CAC se vuelve positiva y dispara un dispositivo *Trigger-Schmidt* en el *CI302*, cortocircuitando los demoduladores (*A* - *Y*) y (*R* - *Y*). Para evitar disparos continuados originados en variaciones rápidas del CAC, se introduce un circuito de retardo formado por *Cd* en la entrada a pata 16 del *CI302*. Cuando la tensión en esa pata es menor que 5,2 V el killer se encontrará activado y cuando supere los 6,5 V se desactivará. En ese punto se puede aplicar un killer manual, conectándolo a +12V.

Hay una trampa de 3,58 MHz constituída por un filtro en puente *T*, con absorción de 30 dB a la frecuencia mencionada. Esta trampa es activada a través de la pata 16 por la información del killer cuando aparece señal de color. Con ello conduce el transistor *Q303*, que vemos arriba a la derecha en la figura 57. Cuando no hay información de color la tensión del killer supera los 6,5 V mencionados y *Q303* pasa al corte, desactivando la trampa. Para evitar que la trampa *T* quede actuando como trampa serie al ser desactivada, lo que provocaría una atenuación de unos 5 dB en la frecuencia de 3,58 MHz, se colocó el diodo *D306*.

Por último cabe destacar que la sección que hemos denominado como generador de pulsos de *sandcastle*, se monta en una subplaqueta separada, la que puede observarse en la figura 57 como un recuadro con línea de trazos que abarca a los transistores *Q301*, y *Q302*, los diodos *D303* y *D304* y sus componentes asociados. Esta plaqueta puede ser desconectada debido a sus fichas enchufables, si se deseara usar osciladores horizontales convencionales. Si se deseara mantenerla, conviene destacar que ya existen circuitos integrados de oscilador horizontal con generador de pulsos de sandcastle incluído. Ejemplos de ello son los *TDA2571* y *TDA2590*. En el conjunto que estamos describiendo el *TDA2522* emplea los pulsos de sandcastle para gatillar el demodulador de burst y el *TDA2560* los usa para enclavar el nivel de negro y gatillar los controles de contraste y saturación.

MATRIZ Y AMPLIFICADOR DE VIDEO

Habiendo descripto el contenido del módulo N° 3 del diagrama de la figura 51 pasaremos al N° 4 que contiene el módulo que está encargado del matrizado de las señales de color y de la amplificación final de las mismas para su aplicación al tubo de imagen. No se trata de dos conjuntos, ya que todo está contenido en una plaqueta impresa, del mismo modo que ocurrió con las dos secciones descriptas hasta aquí. Esta plaqueta mide 83 X X 170 mm y tiene una cantidad reducida de componentes, los que incluyen un circuito integrado, el *TDA2530*, que en el circuito de la plaqueta ha



NOTA: S401 está en posición "NORMAL"

Fig. 61. – Esquema general del bloque N°3 del diagrama de la figura 51, correspondiente a la matriz y salida de video (circuito FAPESA).

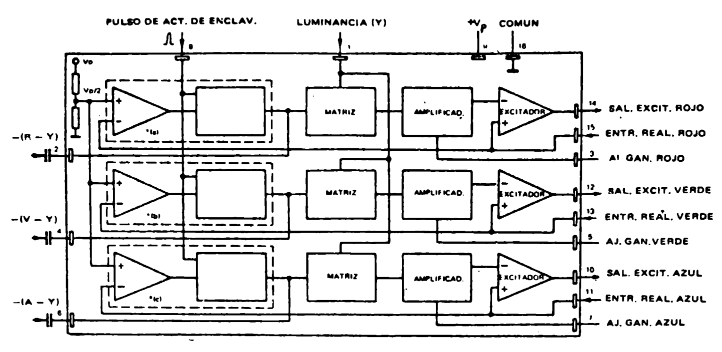


Fig. 62. – Diagrama en bloques del circuito interno del CI401 (TDA2530) que integra la matriz de color.

recibido la denominación *CI401*. La figura 61 da el esquema general de la plaqueta que recibe señal del decodificador y la entrega al tubo de imagen.

El canal amplificador de video se caracteriza por trabajar en clase B, o sea que posee etapas de salida sin corriente de reposo, presentando baja disipación total de potencia, mucho menor que en las etapas clase A convencionales y sin perder las cualidades de éstas. Se emplean transistores complementarios tipo *BF422* y *BF423* en la etapa final para cada color.

Las señales diferencia de color (*R – Y*), (*A – Y*) y (*V – Y*) codificadas que salen de la sección N° 2, figura 57, tienen signo negativo como se indica en la figura 61, y conjuntamente con la señal de luminancia *Y* se aplican al *CI401* en el cual se realiza el matrizado, obteniéndose las señales *R*, *V* y *A* para los tres cátodos del tubo de imagen. Las tres grillas N° 1 de dicho tubo retornan a masa de la plaqueta, terminal 413.

Cabe consignar que el *TDA2530* (*CI401*) se encarga de enclavar la tensión de salida durante el retrazado, reinsertando el nivel de borrado. Para lograrlo se aplican pulsos adecuados al C.I. y a las etapas de salida con lazos de realimentación. Se logra así que el nivel de borrado durante el retrazado sea independiente de los controles de brillo y contraste.

Hay en el circuito de la figura 61 dos potenciómetros del tipo *preset*, *R409* y *R410* para ajustar la ganancia de los canales rojo y azul, a fin de lograr el matrizado correcto.

El C.I. 401 – TDA2530

Veremos ahora la disposición circuital interna del integrado *TDA2530*, que mostramos mediante el diagrama en bloques de la figura 62. Tiene tres secciones iguales, una para cada color y recibe del exterior las señales negativas del decodificador – (*R – Y*), – (*V – Y*) y – (*A – Y*) en las patas 2, 4 y 6. La señal de luminancia *Y* entra por la pata 1, la alimentación por la pata 9 y la masa común es la pata 16. Las patas que aparecen a la derecha son las nueve salidas, correspondiendo cada grupo de tres a la salida de excitación, a la entrada de realimentación y al ajuste de ganancia de cada color. La señal *Y* presenta durante el borrado un nivel de negro de 1,5 V.

Cada canal interno del C.I. tiene las siguientes secciones:

- Matriz para el procesado de las señales diferencia de color.
- Preamplificador con ganancia controlable por corriente continua.
- Amplificador diferencial de salida.
- Control de enclavamiento del nivel de borrado.

Las señales de color obtenidas en la matriz pasan a las etapas preamplificadoras, las que tienen ganancia controlada desde el exterior del C.I. operación que se realiza por las patas 3, 5 y 7, tal como se ve en la figura 62. Dado el diseño del circuito interno del C.I., si alguna de esas patas queda sin conexión, la ganancia del correspondiente preamplificador asume el valor medio dentro del rango en que es posible variarla.

Después del preamplificador de cada serie de color, la señal pasa a la entrada inversora del amplificador excitador diferencial. Estas son las

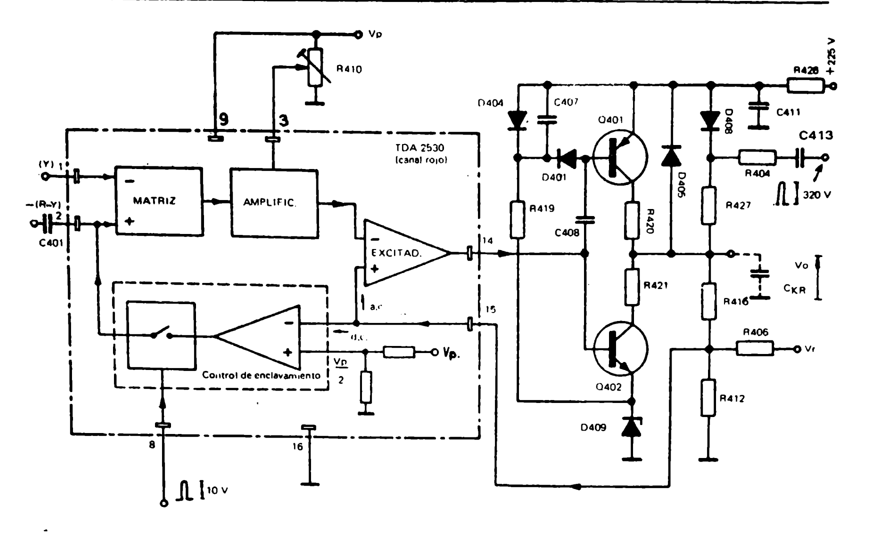


Fig. 63. – Para aclarar la explicación mostramos el circuito de un solo canal de la matriz y el amplificador de video, correspondiente al rojo.

etapas de salida del C.I. y las señales de salida son las de excitación para cada par de transistores complementarios que tenemos en la figura 61. Cada canal tiene su correspondiente lazo de realimentación negativa en alterna que se aplica por las patas 11, 13 y 15.

Dijimos al comienzo que había un control de enclavamiento del nivel de borrado, el cual se aplica por la pata 8 del C.I. Llega allí un pulso sólo durante los intervalos de borrado, que proviene del terminal 312 de la plaqueta del decodificador, figura 57, y que tiene 295 V de pico. Al activarse este control se cierra un circuito, realimentado en continua, que comprende todas las etapas en cada uno de los canales. La primera de estas etapas es un amplificador diferencial que tiene la entrada a una tensión constante igual a la mitad de la tensión de alimentación del C.I., le siguen las demás etapas de cada canal, cerrando por su entrada inversora el lazo de realimentación en continua. Mediante este circuito, habilitado por el pulso de la pata 8, se fija durante el retrazado un nivel constante de tensión en los cátodos del TRC.

Funcionamiento del circuito

Para analizar brevemente el funcionamiento de cada canal que trata la señal de un color, hemos separado uno de ellos dentro del integrado y agregándole la etapa de salida tenemos el conjunto que muestra la figura 63, que corresponde a la señal de color rojo. Entran las señales $-(R - Y)$ e Y a la izquierda y vemos a la derecha, comenzando desde arriba, la entrada de alimentación continua, la entrada del pulso de enclavamiento y la salida de señal roja V_0 que tiene una aparente conexión de un capacitor C_{kr}; representa la capacitancia del cátodo del TRC que actúa como carga de la etapa final. Su valor es de unos 12 pF. El cuarto borne de la derecha abajo, da la tensión de realimentación negativa V_r.

Veamos el funcionamiento del circuito de la figura 63: cuando el par complementario de salida no tiene excitación, la corriente de colector es nula y la tensión de salida V_0 queda determinada por *R427* y *R416*. Cuando el C.I. provee excitación, se comporta como fuente de corriente, la que puede ser entrante o saliente. Si es entrante se excita *Q401* y conduce, y su corriente de colector carga C_{kr}, creciendo V_0; así disminuye la corriente del haz en el TRC y el brillo de la imagen. Cuando la excitación cambia de sentido, conduce *Q402*, se descarga C_{kr} y disminuye V_0, con lo que aumenta la corriente del haz y el brillo de la imagen.

Si la información de video corresponde a una

sucesión de líneas negras, se tendería a mantener conduciendo continuamente a *Q401* y *C408* aumentaría su carga, el C.I. dejaría de suministrar excitación y *Q401* pasaría al corte; por ello V_0 disminuiría hasta el valor fijado por *R427* y *R416*. Se evita esto reajustando durante el retrazado la carga de *C408*, inyectando a través de *C413* un pulso de restauración. Esta acción se complementa con la ejercida por el pulso de enclavamiento que entra por la pata 8 del C.I. Así se logra que la tensión V_0 se mantenga a un nivel constante.

Considerando la entrada de señal, vemos que la *Y* de luminancia va a la entrada inversora de la matriz, pata 1, y la $-(R - Y)$ de crominancia va a la entrada no inversora de dicha matriz, la cual durante el retrazado se vincula al camino del lazo de realimentación. Luego, durante ese período, la tensión en esa entrada 2 será mantenida de acuerdo con el valor de la entrada 1, tendiendo a que la diferencia entre ambas sea constante. La señal de luminancia tiene durante el retrazado el nivel de negro reinsertado que es constante, luego el circuito reajustará el nivel de carga de *C401* en pata 2.

Si por sobreexcitación *Q401* es llevado a saturación, *C408* se cargará dentro del período de línea, antes de la llegada del pulso restaurador y se formarían halos en los bordes de la imagen. Para evitarlo, la señal de luminancia es conformada en la etapa decodificadora, de modo que no disminuya por debajo del nivel de negro reinsertado. La saturación de *Q402* por sobreexcitación se previene con un circuito limitador del haz catódico, ubicado en la sección de deflexión horizontal, que actúa sobre el *CI2560* del decodificador.

Descripción general del conjunto

Pasemos ahora a analizar en forma general el circuito de esta plaqueta que vemos completo en la figura 61 y que parcializamos, tomando un solo canal, el correspondiente al rojo, en la figura 63. Hay dos tensiones de alimentación, una en el terminal 402 con 13,5 V y otra en el terminal 415 con 215 V. Para limitar la disipación de los transistores en prolongadas sobreexcitaciones, se colocó un resistor *R426* de 2,2 KOhm en serie con la alimentación. De este modo, en operación típica, siendo el consumo moderado, los transistores están con la tensión máxima, y cuando ellos consumen más tal tensión se reduce.

El diodo *D409* equilibra los niveles de tensión entre la salida del C.I. y la etapa de salida. Los resistores de 1 KOhm *R420* y *R421* (figura 63) conectados, reducen la disipación en los colectores del par de salida durante los transistorios. Para balancear dicha disipación se hicieron iguales *R416* y *R427*. También se logró reducir los efectos de cruce aplicando una pequeña polarización al cátodo del diodo *D404*. El diodo *D405* actúa como protección contra flash-over.

El ajuste de blanco en la imagen se logra actuando sobre los presets *R409* y *R410* que actúan sobre los preamplificadores de los canales rojo y azul. Las conexiones de los mismos a los terminales 408 y 409, indicados como ***balance de blanco***, van a la fuente de alimentación de baja tensión,

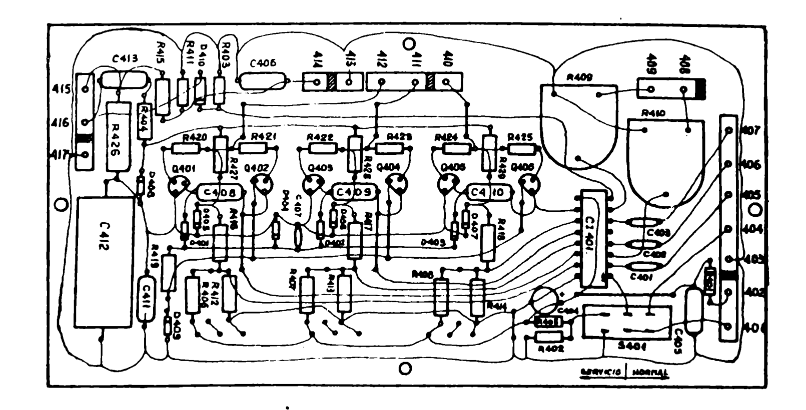


Fig. 64.– Vista del lado componentes del circuito impreso correspondiente al esquema de la figura 61.

pasando previamente por un potenciómetro denominado de esa misma manera en el panel de controles situado en el frente del aparato.

Se ha incluído en el circuito una llave *S401* denominada *de servicio*, para facilitar los ajustes del nivel de apagado del TRC. Esta llave debe colocarse en la posición *normal* para funcionamiento del televisor y si se la pasa a la posición *servicio*, una de sus secciones aplica a la entrada de luminancia una tensión fija y la otra actúa sobre la etapa vertical, haciendo que se suspenda el barrido.

En la entrada de la tensión baja, terminal 402, se ha colocado un resistor *R401* de 10 Ohm, para protección contra flash-over. Se ha dicho que durante los períodos de borrado la tensión de salida toma el nivel dado por los resistores *R406* y *R412*. Por tal motivo esos resistores deben ser de 1 % de tolerancia y *R416* del 2 %.

Las tensiones indicadas en diversos puntos de la plaqueta, figura 61, han sido tomadas con un multímetro común de 20 KΩ/V respecto de masa.

Finalmente, para dar una idea de la distribución de componentes mostramos en la figura 64 el lado componentes de la plaqueta impresa utilizada para el módulo llamado matriz y salida de video. La ubicación real de los terminales que vimos en la figura 61 se ve ahora en la figura 64, formando cuatro grupos. Nótese la relativamente escasa cantidad de componentes, si se tiene en cuenta que se trata de tres canales de video, uno para cada color. Sobre tal plaqueta se notan como detalles importantes los dos presets para balance de blanco, que son *R409* y *R410* en el ángulo superior derecho, la llave de servicio *S401* abajo a la derecha, con sus dos posiciones indicadas, y el *CI401* (*TBA2530*) que realiza el matrizado. La grilla del TRC se conecta al terminal 413 quedando libre el 414.

Día 8

Hasta aquí hemos visto tres importantes secciones del televisor policromático que estamos describiendo, y hemos dicho que el tema nos ocuparía durante varias jornadas. Tomamos la señal captada en antena y después de sucesivos tratamientos hemos extraído de ella las señales correspondientes a los tres colores básicos que se envían al tubo de imagen, la señal de luminancia y la de sonido que va al parlante. Pero todavía no podemos formar imágenes en el tubo, pues hay que deflectar el haz electrónico mediante los dos barridos, el horizontal y el vertical. Precisamente la presente jornada estará dedicada al sistema deflector horizontal y la próxima al vertical. con lo cual sólo nos quedarán algunos detalles para completar el televisor. La mayor o menor complejidad de las distintas secciones puede inducirnos a asignarle mayor importancia a unas que a otras, pero la verdad es que todas son indispensables. Sin el módulo de señal veríamos en la pantalla un rectángulo blanco, sin el barrido horizontal veríamos una raya vertical, sin el barrido vertical esa raya sería horizontal y sin el decodificador la imagen sería en blanco y negro. Esta enumeración es solamente informativa, pues hay interconexiones entre las secciones que no permiten suprimir alguna sin provocar inconvenientes en otras. Al encarar el circuito para la deflexión horizontal encontraremos que hay similitud con igual sección del televisor monocromático, pero aparecerán en los circuitos cambios vinculados con las señales de color y eso establece la principal diferencia. Otras innovaciones que se adoptaron se deben a perfeccionamientos logrados en el diseño.

CIRCUITO PARA LA DEFLEXION HORIZONTAL

Continuando con la descripción del televisor policromático desarrollado por el *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas de FAPESA*, le toca el turno ahora al módulo que lleva el número 7 en el diagrama en bloques de la figura 51, o sea al sistema de deflexión horizontal. Cabe consignar que este circuito es el resultado de varios proyectos en los que se introdujeron sucesivas mejoras, la última de las cuales es la adopción de diodos de alta tensión en la integración del barrido horizontal, a la que suele llamarse *recuperación* horizontal. Este conjunto se complementa con el módulo N° 8 del diagrama de la figura 51, que contiene el circuito pasivo de compensación de tolerancias. Así tenemos las dos plaquetas impresas que serán descriptas en el presente capítulo, primero la correspondiente al módulo 7 y luego al 8. La plaqueta para el barrido horizontal mide 200 X 240 mm y la del corrector de tolerancias 90 X 139 mm. Antes de analizar los circuitos de ambas plaquetas, enumeraremos las características sobresalientes del sistema completo para la deflexión horizontal; la descripción se ha tomado del Boletín de Electrónica FAPESA, año 24, N° 3:

- Yugo dinámicamente autoconvergente tipo AT1080 para tubo de 26", AT1083/01 para 22" y AT1085 para 20".
- Diodo de alta tensión *BY223* para la recuperación horizontal.
- Transformador de salida horizontal en quinta armónica *AT2080/10* diseñado para trabajar con el diodo anterior.
- Triplicador de la tensión de salida hasta 25 KV.
- Unidad multipolar para convergencia estática, pureza y simetría del barrido *AT1081*.
- Compensación de tolerancias con circuito de 7 diodos y 7 ajustes, con la posibilidad de un esquema mínimo de 4 ajustes sin ningún diodo y soluciones intermedias.

- Corrección de la distorsión almohadilla Este-Oeste del 16% sin afectar la extra alta tensión.
- Corrección automática de la distorsión Norte-Sur sin circuitos adicionales.

Con la enumeración de las características de los módulos 7 y 8 que abarca la deflexión horizontal, pasemos a analizar primero la plaqueta correspondiente a la deflexión horizontal propiamente dicha, que comprende el oscilador, el excitador y la etapa de salida.

CIRCUITO DE DEFLEXION HORIZONTAL

Describiremos ahora el contenido de la plaqueta que corresponde al módulo 7 del diagrama de la figura 51, cuyo circuito completo podemos ver en la figura 65. En la misma pueden advertirse tres partes fundamentales que son: el *CI701* que es un *TBA920*, el excitador horizontal y la etapa de salida horizontal. Veamos las funciones y las partes de cada una de ellas.

El *CI701* es un integrado que realiza varias funciones, que son:

- Oscilador que suministra la señal con la frecuencia del barrido horizontal.
- Separador de sincronismo gatillado por ruido.
- Comparación de fase entre pulso de sincronismo y oscilador horizontal.
- Constante de tiempo del filtro antibúsqueda, regulable exteriormente.
- Comparación de fase entre pulsos del transformador de salida horizontal y el oscilador.
- Etapa de salida suficiente para manejar al excitador horizontal.
- Entrega de pulsos por su pata 7 de 10 Vpp desde el separador de sincronismo, para ser integrados y conformados desde el terminal 743 de la plaqueta, como adecuada información para el sincronismo vertical.

Es interesante observar el esquema interno de este C.I. que es uno de los tipos que ha dado en llamarse *jungla* por su complejidad interna. La figura 66 nos muestra el circuito interno en forma de diagrama en bloques del *TBA920*. Advertimos que por la pata 8 entra señal de video compuesta con amplitud de 3 V pico a pico que va directamente al separador de sincronismo. De aquí salen por la pata 7, pulsos de 10 V de amplitud para el barrido vertical. Por la pata 5 entran pulsos tomados del fly-back con 50 V de amplitud. La pata 6 va al terminal 742 de la plaqueta, el cual junto con el 741 se usan para finalidades de ajuste. La pata 2 da la salida para el excitador horizontal y las restantes patas se vinculan al circuito general en la forma como puede verse en la figura 65. Esta señal de salida tiene forma rectangular.

En la figura 66 aparecen en cada bloque interno las funciones de cada uno. Por ejemplo, entre patas 14 y 15 encontramos el oscilador horizontal, el cual debe tener un control externo de frecuencia y es el potenciómetro *R717* de 10 KOhm que vemos en el circuito general. Otro control externo es el de fase horizontal, que lo cumple el potenciómetro *R709* de 47 KOhm. Para ajustar la frecuencia se cortocircuitan los terminales 741 y 742 y se retoca *R717* hasta que la imagen deje de desplazarse horizontalmente en la pantalla; entonces se quita el corto mencionado. El ajuste de fase permite lograr pequeños desplazamientos horizontales permanentes con *R709*.

Excitador horizontal

Las funciones de excitador las realiza *Q701* que es un *BF459*. A partir de la señal de forma rectangular presente en la pata 2 del *CI701*, se la aplica a dicho transistor previo el desacople con *C717*. En el colector, la inductancia primaria de *T701* se sintoniza con *C719* a la mitad de a frecuencia de línea o sea del barrido horizontal. *R723* se encarga de amortiguar las sobretensiones que aparecerían sobre *C719* durante los transitorios de corte y saturación de *Q701*. Así se obtiene la forma de onda apropiada de corriente y tensión en el colector con el mínimo consumo de corriente. La fuente está separada de *T701* por el filtro formado por *R720, R722* y *C718*. Las particulares condiciones de trabajo del transistor *Q702* de salida horizontal durante el retrazado hacen conveniente que su circuito de base presente baja impedancia. Para lograrlo ambos transistores, *Q701* y *Q702*, trabajan de modo no simultáneo, o sea que cuando uno está saturado el otro está al corte y viceversa. Desde luego que la energía transferida por el secundario de *T701* a la base de *Q702* es la almacenada por el núcleo de dicho transformador durante la conducción de *Q701*. Como la corriente de colector de *Q702* al final del barrido alcanza la cifra de 4 A, la corriente final de base del mismo deberá ser la de 1,5 A. El choque *L701* retarda el corte de *Q702* para que la base pueda salir de la sobresaturación. Al mismo tiempo *R726* previene posibles oscilaciones en el retrazado y *R727* limita la corriente de base para poder proveer durante el corte los –3V necesarios para manejar este transistor.

Aquí cabe una acotación interesante. Si se pro-

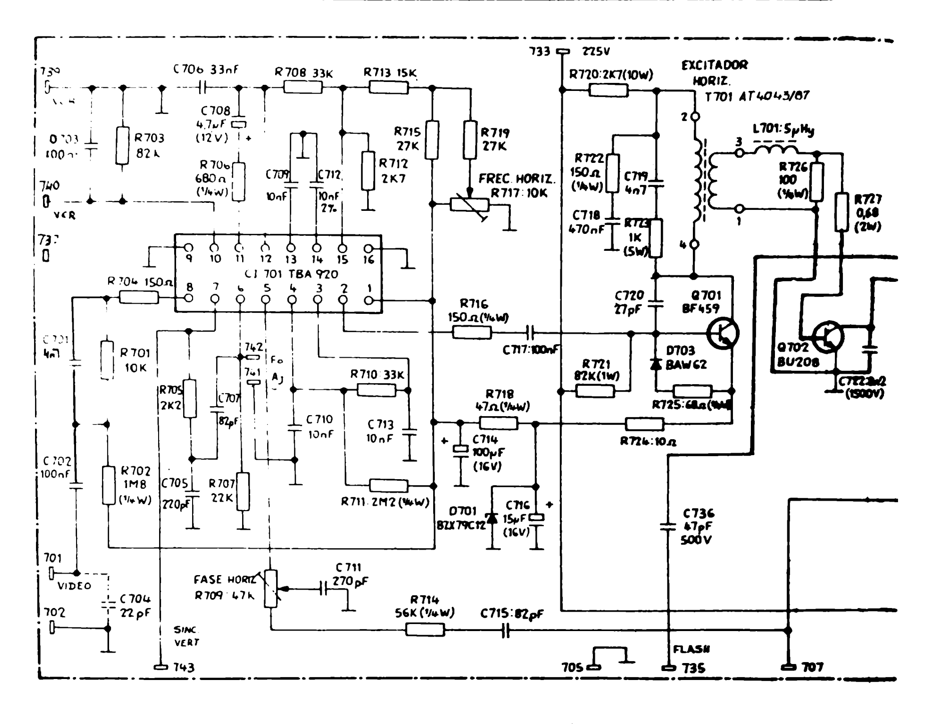


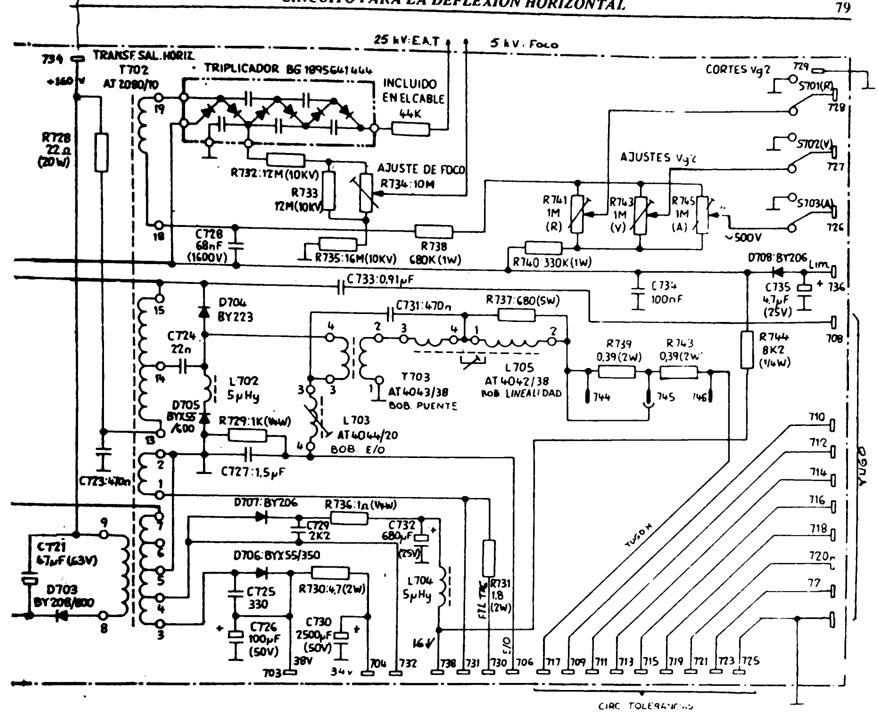
Fig. 65. – Circuito general de la deflexión horizontal que corresponde al módulo N° 7 del diagrama de la figura 51 (circuito FAPESA).

duce una sobretensión en la alimentación puede producirse la falta de corte de las oscilaciones horizontales, si la fuente no tiene dispositivos de protección de gran eficiencia, como ocurre con las de tipo a rectificador simplemente controlado o a tiristor. Pero este equipo de televisión ha sido proyectado para usar con una fuente de alimentación del tipo conmutada, con protección total contra toda anomalía. De este modo no puede ocurrir que la tensión de alimentación del sistema horizontal se eleve por encima de los 160 V fijados, y entonces no se requieren otros dispositivos protectores para el cese de la oscilación horizontal en el momento preciso.

Etapa de salida horizontal

Esta etapa está diseñada sobre la base de un sistema dinámicamente autoconvergente, que no necesita corrección Norte-Sur (N-S) del barrido en virtud de la combinación de los campos fuertemente anastigmáticos, tanto vertical como horizontal, y un diseño adecuado para el yugo deflector. Sin embargo, deberá compensar una fuerte distorsión almohadilla en el barrido en la dirección Este-Oeste (E-O). Como para esto se hace necesaria una fuerte modulación del horizontal, se requeriría una muy extra alta tensión (E.A.T.) la que sería difícilmente regulada en un circuito convencional.

Por el motivo expuesto, se introducen en el diseño presentado importantes modificaciones en el modulador E-O. Y gracias al actual desarrollo tecnológico, ya no se hace necesario complicar el fly-back con un bobinado terciario y usar diodos de baja tensión, pues existen diodos de alta tensión y alta corriente que se conectan directamente al colector del transistor de salida horizontal, sin necesidad de ese bobinado adicional ni de cargas fijas



de corriente mínima obligatoria. Son los diodos *D704* y *D705* del tipo *BY223* el primero y *BYX55/600* el segundo, que vemos conectados entre los terminales 2 y 15 del fly-back.

La E.A.T. se genera a partir de la tensión de 8,5 KV obtenida entre los terminales 18 y 19 del fly-back y disponiendo un triplicador de tensión a diodos que entrega los 25 KV necesarios para el ánodo final del tubo de imagen. El primer diodo del triplicador cumple la función de amortiguar oscilaciones posteriores al pulso de retrazado horizontal, a la par que genera la tensión continua para la grilla N° 2 del TRC.

En efecto, ese primer diodo, rectificando durante el trazado, carga a *C728* que adquiere así una tensión de 1200 V, pero al mismo tiempo actúa como una fuente para una carga compuesta por *R738* en serie con *R741-R743-R745*, en serie a su vez con *R740* a masa. Así se obtienen las tensiones ajustables de unos 500 V para las grillas N° 2 de cada color del TRC. Y ese mismo diodo funciona junto con un resistor en serie con el cable de E.A.T., como protección del circuito horizontal durante los instantes posteriores a una descarga interna en el TRC.

Veamos ahora el transistor *Q702* que es un tipo *BU208*. El mismo maneja la corriente de deflexión que circula a través del capacitor *C733* de corrección en *S*, las bobinas horizontales del yugo en paralelo, la bobina de linealidad *L705* y la bobina puente *L703* a masa. Se alimenta a través del primario de *T702* desde una tensión regulada de +160 V, con un filtro formado por *R728* y *C723*.

El transformador de salida *T702* suministra 225 V de continua para alimentar su propio excitador horizontal y las salidas de video. Para lograr esta sobre-elevación de tensión, se aplican los 160 V en pata 9 del fly-back y por rectificación del trazado con *D703* y filtro *C721*, obtiene unos 60 V de sobretensión. Además, del arrollamiento 1-2 a través de *R731* se sacan 25 V del pulso horizontal negativo para alimentar el filamento del tu-

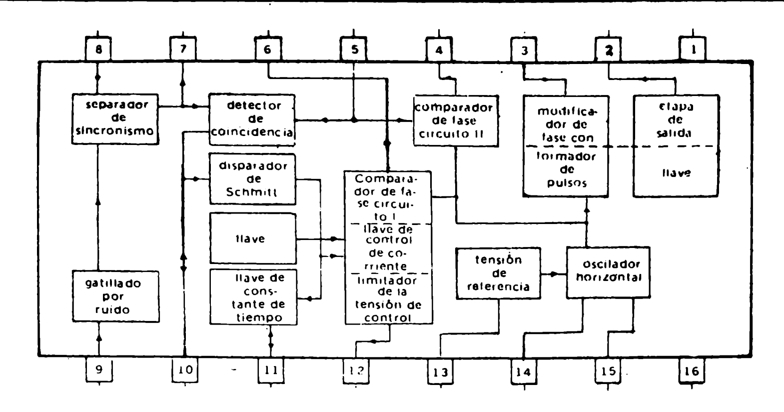


Fig. 66. – Diagrama interno en bloques del CI701 que es un tipo TBA920 y que integra el circuito de deflexión horizontal.

A: PRIMERA PARTE DEL TRAZADO, DURACION 24 μs

B: SEGUNDA PARTE DEL TRAZADO, DURACION 28 μs

C: PRIMERA PARTE DEL RETRAZADO, DURACION 6 μs

D: SEGUNDA PARTE DEL RETRAZADO, DURACION 6 μs

Fig. 67. – Diagramas sintéticos que contienen la parte del circuito general horizontal destinada a la generación de la corriente para el yugo horizontal.

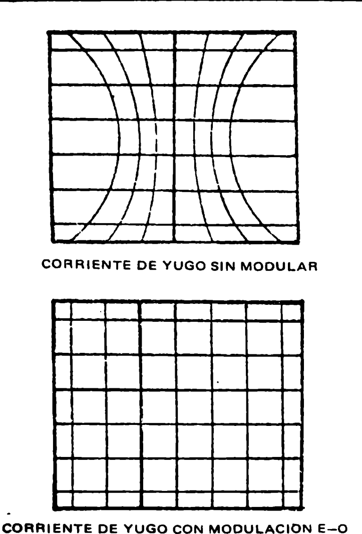


Fig. 68. – Distorsión almohadilla *E–O* que se produce en los sitemas autoconvengentes

bo de imagen con una corriente de 730 mA. Del terminal 1 de dicho fly-back se toman pulsos negativos de 30 V para la plaqueta de tolerancias. De la pata 7 se obtienen pulsos positivos de 320 V para el control de fase horizontal y para aplicarlos en el codificador y en las etapas de salida de video, que son secciones de otras plaquetas. En pata 4 se obtienen pulsos negativos de 155 V utilizados en etapas de salida vertical. Con *D707* rectificando durante el trazado y filtrando con *C732* y *L704*, se obtienen los 16 V para el terminal N° 738 de la plaqueta. Y con *D706* rectificando durante el trazado los pulsos negativos de 320 V en pata 3, se obtienen los 38 V para el terminal 703. Con el filtro formado por *C726*, *R730* y *C730* se dispone de 35 V en el terminal 704 para alimentar la salida vertical.

Obtención de la EAT con diodos

Para la obtención de la extra alta tensión (EAT) que después de triplicada se aplicará al último ánodo del TRC, intervienen varios componentes: el transistor *Q702*, el bobinado *13-15* del fly-back, los diodos *D704* y *D705*, el transformador puente *T703*, los capacitores *C733*, *C731*, *C722*, *C723* y *C724*; además el bobinado del yugo y la tensión de la fuente que se simboliza con una batería. Los demás componentes de esa parte del circuito no intervienen y puede suponerse que no existen, para simplificar la comprensión del circuito. Con este propósito se exhibe en la figura 67 un circuito simplificado que tiene cuatro versiones indicadas como *A B C* y *D*, con su denominación al pie de cada una y que representan el comportamiento del grupo generador de la EAT durante los 64 microsegundos del ciclo completo del barrido horizontal.

En el circuito *A* comienza el trazado o avance y parte de la corriente de recuperación circula por el yugo, por *C731*, *T703*, *D704* y *C733*, teniendo como fuente la energía magnética almacenada en las bobinas horizontales. Otra parte de esa corriente circula por el yugo, el primario de *T703*, *D705*, *D704* y *C733*, ya que los diodos conducen simultáneamente. En el momento que se produce el corte de *D704* y la conducción de *Q702* y *D705*, comienza la segunda parte del trazado, diagrama *B*. La corriente en el yugo cambió en sentido y pasando por *C733* se cierra a través de *T702*. Igualmente se invierten las corrientes en las dos ramas de *T703*. El total del tiempo de trazado es de 52 microsegundos y abarca los diagramas *A* y *B*.

Ahora comienza el retrazado del barrido que también hemos separado en dos partes, diagramas *C* y *D*. La primera parte empieza cuando se corta *Q702* y la corriente en el yugo es máxima. Casi toda la energía horizontal está almacenada en el yugo, que comienza a transferirla a los capacitores *C722* y *C724*, interviniendo también la energía almacenada en el núcleo de *T703*. Los dos capacitores están almacenando energía en forma de campo eléctrico entre sus placas y las circulaciones se cumplen según se indica en el diagrama *C*. Este período termina cuando la tensión colector-emisor

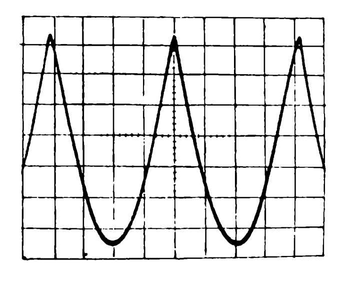


Fig. 69. – Tensión moduladora de forma parabólica para corregir la distorsión *E–O*.

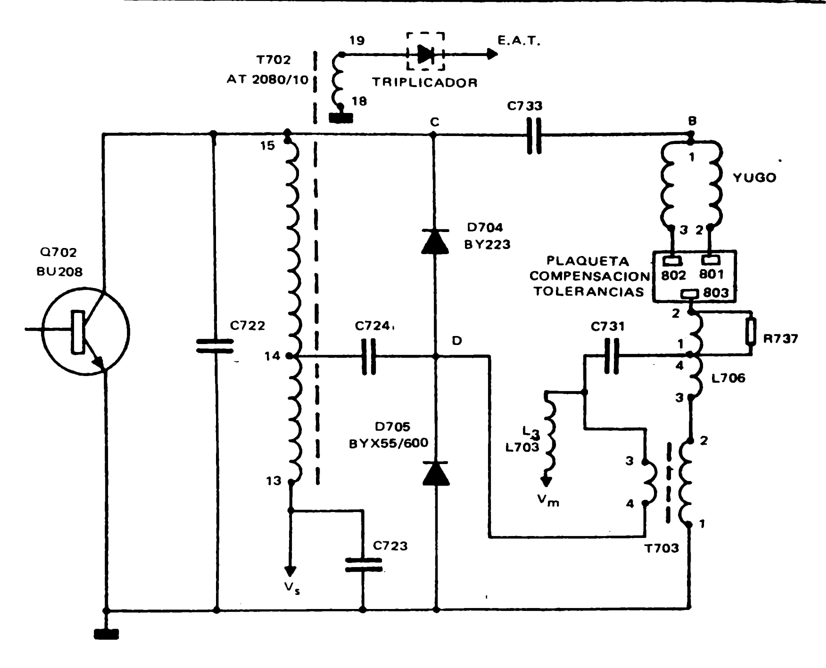


Fig. 70 – Forma de actuar del circuito de salida horizontal para corregir la distorsión *E–O*.

de *T702*, o sea la tensión en *C722*, es máxima. En ese punto la corriente en el yugo desaparece, toda la energía está almacenada en *C722* y *C724* por lo cual no conducen corriente. Al comenzar el ciclo *D* los capacitores nombrados comienzan a entregar energía al yugo y se cumplen los sentidos de corriente indicados en ese cuarto esquema D. La duración total del retrazado es de 12 microsegundos.

Distorsión E-O y su corrección

Los sistemas deflectores autoconvergentes, y el equipo que estamos describiendo es de ese tipo, generan una fuerte distorsión tipo almohadilla en dirección E-O que puede ilustrarse sintéticamente en la forma que lo muestra la figura 68. En la parte superior se ve cómo resultaría una figura rectangular con deformación almohadilla, pues la corriente del yugo se reduce hacia el centro de la pantalla. El remedio consiste en actuar sobre esa corriente para restituir las formas rectangulares, como lo ilustra el gráfico inferior.

La manera de producir tal corrección es modulando a la corriente del yugo horizontal con una tensión cuya forma de onda sea parabólica, algo así como se ve en la figura 69. Se requiere modular un 16% de la amplitud de tal corriente a medida que se desarrolla cada campo vertical, o sea que durante 312,5 líneas horizontales de cada campo vertical, el barrido horizontal irá cambiando de valor según se lo imponga una tensión moduladora de 20 milisegundos de duración. Este modulador requiere un excitador que está ubicado en el módulo 6, que será descripto en el capítulo siguiente, como veremos.

El circuito ha sido preparado para que actúe una tensión moduladora que suele denominarse V_m y que se ha indicado en el conjunto que interviene en tal modulación en la figura 70. Los elementos que aparecen allí los hemos visto en el circuito general de la figura 65, pero en este caso se ha parcializado la sección que interviene en la corrección de la distorsión E-O.

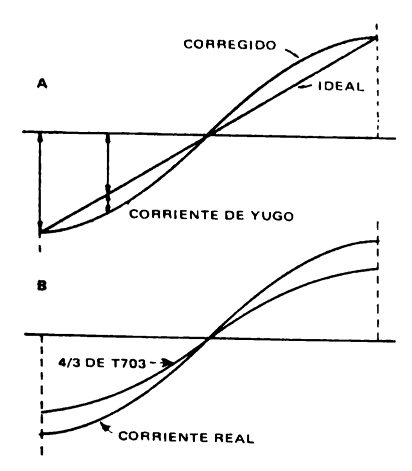


Fig. 71. – Corrección en *S* sobre la diente de sierra horizontal.

Corrección en S modulada

En el estudio de los tubos de imagen (puede verse en "Aprenda TV-Transistor en 15 días") se habla del problema que apareció a medida que se fue achatando el frente del tubo, en cuyo caso los ángulos recorridos por el haz son distintos, para tiempos iguales, en el centro y en el borde de la pantalla. Se sabe que para corregir ese defecto se introduce una deformación en el barrido, de tal modo que en lugar de quedar representado por una recta oblícua en el período de trazado, lo será por una curva en forma de S (figura 71A).

Ahora bien, sabemos que la corriente de yugo debe ser corregida en su forma de onda para compensar la deformación E-O de que hemos hablado, y entonces se presentan dos tipos de corrección. Por un lado tenemos la necesaria para compensar el frente plano, y por otro la que corrige la deformación E-O.

Pero el análisis nos revela que una se produce simplemente al transcurrir el barrido horizontal, durante el período de trazado, mientras que la otra debe actuar modificando la amplitud a medida que se desarrolla un campo vertical completo. Al superponer las dos correcciones se habla de un sistema corrector en S modulado y en el circuito dado (figura 70) están todos los elementos. El capacitor *C733* cumple la función tradicional de corrección en S. La otra corrección, que llamaremos E-O, la cumplen *C731* y *C733* combinados con *T703*, el cual debe tener una relación adecuada que se determinó como 4/3 para el secundario. El efecto de *T703* se ve en la figura 71B.

Bobina de ajuste de linealidad

La inclusión de modificaciones en la corriente del yugo y la disposición adoptada para la parte final del amplificador horizontal obligaron a ensayar nuevas disposiciones para la bobina de linealidad, que es *L705* en el circuito general de la figura 65 y que también puede verse en la figura 70, en la posición finalmente adoptada para este equipo. El ajuste de linealidad se realiza modificando la premagnetización del núcleo del yugo. Al modular la corriente del yugo se altera la posición de su eje de simetría y mediante esa bobina se corrige la posición del eje en sentido contrario al del desplazamiento que lo afectará cuando funcionen los sistemas correctores.

La solución consistió en situar parte de tal bobina sobre la rama correspondiente al yugo, terminales 1-2 de la misma, y otra parte en la rama correspondiente al transformador modulador *T703*, parte que corresponde a la sección 3-4 de la bobina. Con ello se logra independizar el valor de la tensión de corrección que aparece entre terminales 1-2 en función de la variación de la corriente modulada en el yugo. Cuando la corriente circulante por la sección 1-2 de *L705* aumenta por efectos de la modulación al principio de cada línea de trazado, tendiendo a disminuir la magnetización del núcleo, por la rama 3-4 de tal bobina la corriente circulante disminuye tendiendo a aumentar la magnetización.

Otra ventaja de la nueva disposición de la bobina de linealidad es que se ha independizado el ajuste de linealidad del ajuste de ancho de imagen. Esto facilita la calibración total del equipo, al no tener que repetir operaciones por interacciones de una operación sobre otra.

Disposición de la plaqueta horizontal

Todo el circuito para la deflexión horizontal está contenido en una plqueta impresa de 200 X X 240 mm, tal como se ha dicho al comienzo del capítulo. Si se piensa en la cantidad de componentes y en el tamaño de algunos de ellos, puede considerarse que el montaje se ha realizado en forma compacta.

La disposición real de componentes y terminales en la plaqueta no se corresponde con el circuito general mostrado en la figura 65, sino que es el que se ve en la figura 72. Los terminales de interconexión están distribuidos en los bordes e identificados con números, como ocurría con las

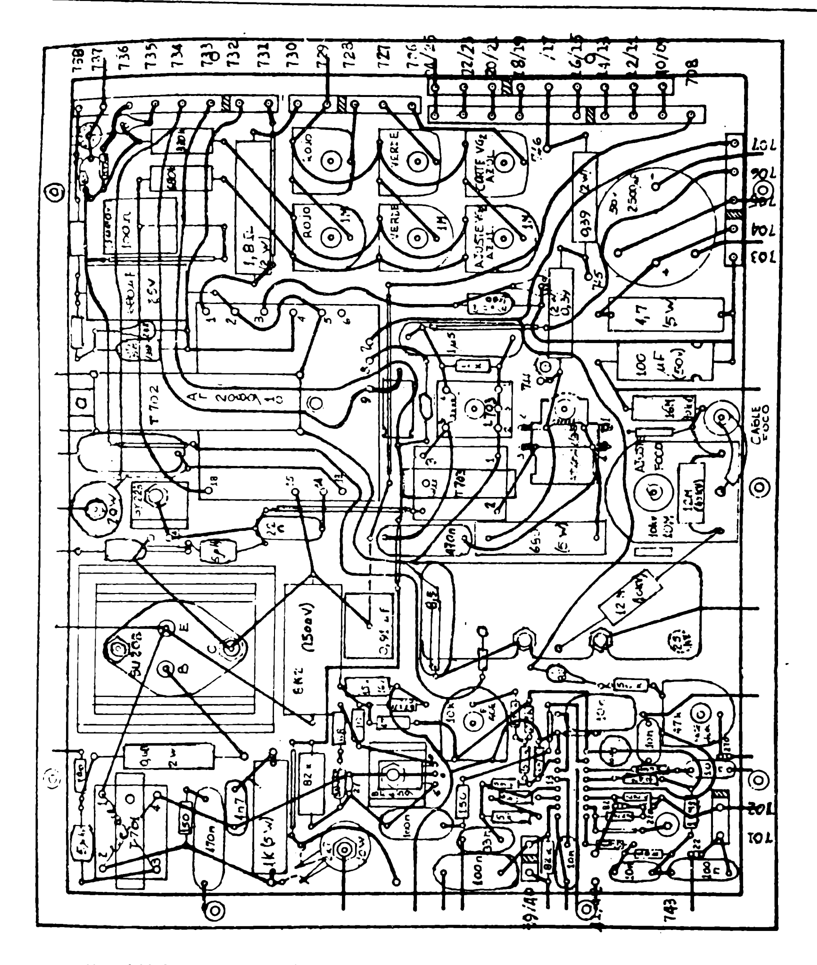


Fig. 72. – Vista del lado componentes de la plaqueta impresa que contiene todo él conjunto de la deflexión horizontal.

otras plaquetas, a efectos de poder realizar los puentes de interconexión entre ellas.

Para las ubicaciones aconsejadas en el equipo, se darán las sugerencias correspondientes al ocupamos del aparato completo, después de haber descripto todas las partes que se mencionaron en el diagrama de la figura 51.

CONJUNTO CORRECTOR DE TOLERANCIAS

Tal como lo anticipamos al principio del capítulo, describiremos ahora la plaqueta que corresponde al módulo N° 8 de la figura 51, el cual se denomina *circuito de corrección o compensación de tolerancias.* Esta plaqueta está vinculada

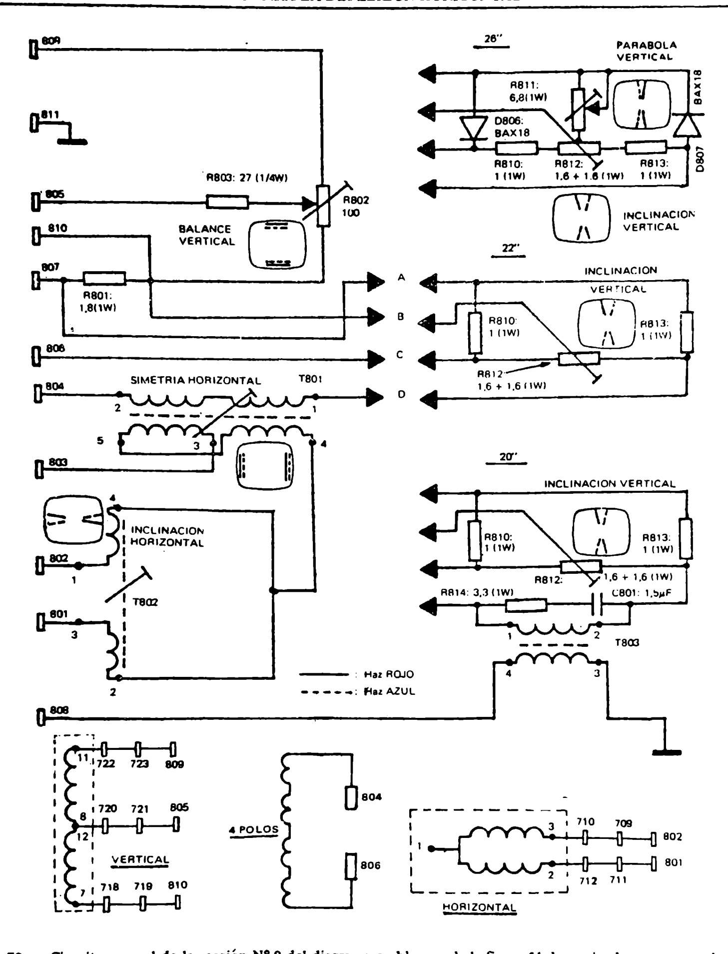
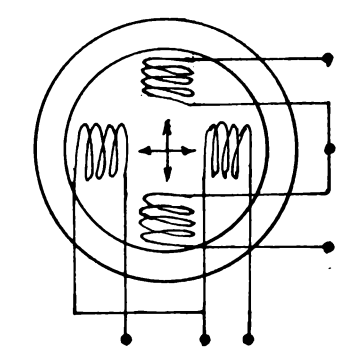


Fig. 73. – Circuito general de la sección N° 8 del diagrama en bloques de la figura 51 denominada correctores de tolerancias (circuito FAPESA).

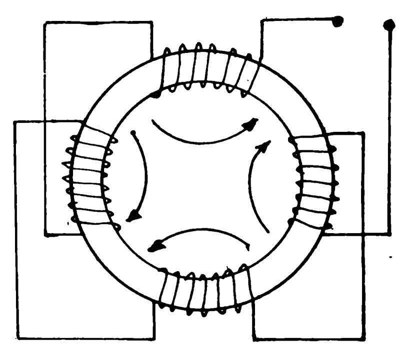
mediante puentes de interconexión a la plaqueta horizontal y al yugo deflector, tal como lo veremos en el circuito general. Esencialmente se trata de lograr que se cumpla lo que se ha denominado *autoconvergencia*, para lo cual debe obtenerse que coincidan exactamente los ejes del tubo de imagen y del yugo deflector. Pero esta condición debe cumplirse para los tres cañones catódicos y como del proceso de fabricación puede ocurrir que haya pequeñas diferencias, debe proveerse de un medio para corregir o compensar esa falta de coincidencias. Los errores pueden provenir del cañón catódico en lo que respecta al tubo y de las posiciones de las bobinas y del núcleo en el yugo, ambos detalles que se producen con un cierto margen mecánico de tolerancias que puede resultar

insuficiente desde el punto de vista óptico-electrónico, pese a ser exigente desde el punto de vista industrial. Por tal razón se incorpora al televisor un sistema corrector de las tolerancias constructivas para perfeccionar la obtención de la imagen.

Así llegamos al circuito que muestra la figura 73 que ofrece, como se ve, tres variantes según los tres diámetros de tubos de imagen en uso. Los elementos variables que incorpora, y que son suceptibles de provocar ajustes, son dos potenciómetros y dos núcleos de transformadores: *R*802, *R812, T801* y *T802*. El potenciómetro *R812* está dispuesto de diferentes maneras en las tres variantes circuitales para distintos diámetros de tubos. Se destacan en el sistema obtenido las sisiguientes ventajas: componentes pasivos que operan en serie o paralelo con la corriente de yugo, circuitos que operan compensando las tolerancias en más y en menos, y sin interacción con la convergencia estática para evitar repetición de retoques. Para lograr realizar las correcciones aludidas el yugo se construye de la manera como lo muestra en forma simplificada la figura 74. En la parte superior se ven las bobinas deflectoras normales, horizontal y vertical, que producen campos magnéticos que forman un ángulo de 90° entre sí, lo que se sintetiza hablando de campos 90-90. Su representación es el diagrama A que se ve en la parte superior. A tales bobinas principales se agregan otras que están desplazadas de tal manera que producen campos inclinados, diagrama inferior B, a los cuales se los designa 45-45. Estos cuatro polos auxiliares están alimentados desde los sistemas correctores de la convergencia, circuito de la figura 73. En la parte inferior de la misma se ven los terminales de la plaqueta de corrección de tolerancias, unidos a los bobinados principales (90-90) y de 4 polos (45-45) del yugo deflector, con sus números indicativos.



A) YUGOS DEFLECTORES (90-90)



B) ARROLLAMIENTO 4 POLOS (45-45)

Fig. 74. – Disposición del yugo deflector con el agregado de los bobinados auxiliares denominados 4 polos.

Acción correctora sobre el horizontal

Para una mejor identificación, suele denominarse *simetría* a los ajustes que compensan errores en la convergencia horizontal y *balance* los que compensan similares desajustes en la convergencia en sentido vertical. En los gráficos que aparecen en diversos lugares de la figura 73, que son figuritas con la forma del frente del tubo de imagen, se acompañan leyendas que aluden a esas dos denominaciones.

La simetría horizontal se ajusta actuando sobre los haces rojo y azul, porque el haz verde no la requiere por ocupar el centro del cañpn catódico. Como en el centro ambos haces están ajustados, el error de convergencia aparece como creciendo gradualmente desde el centro hacia los bordes. Para lograr la compensación se inyecta un diente de sierra de frecuencia horizontal, a efectos de lograr la compensación línea a línea. El bobinado 3-4 de *T801* está formado por dos secciones en oposición, a efecto de transferir al secundario 1-2 una tensión nula para posición central del núcleo magnético ajustable. El apartamiento del núcleo de *T801* de esa posición central hará aparecer una tensión secundaria cuya polaridad dependerá de la dirección de tal apartamiento. Veamos ahora el error de inclinación vertical que afecta a la posición horizontal.

Si observamos la figura 73 veremos los diagramitas ubicados en las proximidades de *R812*, que

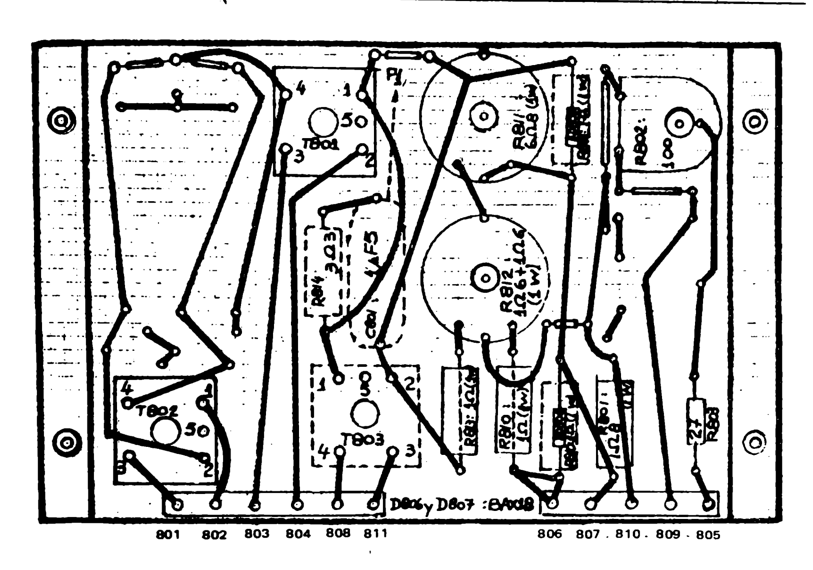


Fig. 75. – Vista del lado componentes de la plaqueta impresa que contiene el conjunto compensador de tolerancias.

indican falta de convergencia entre rojo y azul. Si tomamos por ejemplo el circuito de la derecha para tubo de 22", veremos que cuando el cursor de *R812* está centrado circularán corrientes iguales por *R810* y *R813*, al entrar el conjunto en paralelo con *R801*. En extremos de *R812* la resultante será nula y no habrá corrección. Pero corriendo ese cursor a uno u otro lado de su posición central aparecerá una componente no nula sobre *R812*, que por estar en serie con el bobinado de 4 polos ocasionará corrimientos en sentido vertical.

Cuando se usa tubo de 26" hace falta agregar un elemento y entonces se aplica en serie con la bobina de 4 polos una señal que viene del bobinado 1-2 de *T803*. El primario de este transformador se excita con pulsos positivos de 30 Vpp, provenientes del retrazado horizontal. Hay otro agregado para el caso de tubos de 26" y son los diodos *D806* y *D807* que aportan una característica tensión-corriente adecuada para provocar una caída parabólica. Con *R811* se regula la cantidad de efecto parabólico necesario para el ajuste.

Errores de convergencia en dirección vertical

El efecto sobre el vertical de la inclinación horizontal se manifiesta como un cruce de líneas del rojo y el azul y se compensa creando un campo magnético multipolar mediante el desbalance de la corriente diente de sierra que circula por las bobinas horizontales, que desplazan los haces exteriores en dirección vertical y sentidos opuestos. Ese desbalance se logra con la bobina *T802*, poniendo en serie con el yugo sus dos bobinas. Si el núcleo de la misma está en posición central, las corrientes en ambas ramas serán iguales y no habrá campo de desbalance, pero desplazando ese núcleo se desequilibrarán los dos bobinados y aparecerá el campo multipolar, tanto más intenso cuanto mayor sea el apartamiento. El sentido de la compensación lo da el del apartamiento del núcleo.

Disposición constructiva

El conjunto compensador de tolerancias viene armado sobre una plaqueta de 90 X 139 mm. cuyo circuito interno vimos en la figura 73. Tal plaqueta puede verse, del lado componentes, en la figura 75. Se observa que los terminales de interconexión se encuentran arrimados a los bordes, para facilitar la operación. Esta plaqueta se ubica preferentemente en la parte trasera superior del equipo, a efecto de facilitar el acceso a los controles para ajustes de las tolerancias.

Día 9

A medida que avanzamos en la descripción de las diversas secciones que componen el televisor de color, comprobamos que cada una de ellas presenta variantes con respecto a un circuito que correspondiera a un modelo monocromático. Es cierto que algunas presentan pocas variantes y otras directamente no existen en un equipo para reproducción en blanco y negro, pero con pocas o muchas diferencias estamos obligados a analizar cuidadosamente los circuitos para conocerlas, y de ello se saca la conclusión que no es posible reformar un televisor monocromático para convertirlo en policromático, pues tal reforma no consistiría simplemente en cambiar el tubo de imagen de un cañón por otro de tres cañones. En efecto, las novedades de escasa monta que presentaba la primera sección que analizamos, el módulo de señal, se fueron haciendo enormes en la segunda sección que abarcó el tratamiento de las señales de video desde la salida del detector hasta la aplicación al tubo de imagen. Allí nos encontramos con toda una parte inexistente en los televisores de blanco y negro y otra parte que en estos es muy simple y en los policromáticos es bastante compleja. Vino después la parte dedicada al barrido horizontal, que tratamos en la jornada anterior, en la cual encontramos cambios con respecto a la misma sección que conocíamos, especialmente en la etapa final. Ahora debemos tratar la sección destinada al barrido vertical y el lector podrá advertir las diferencias que presente respecto a las que utilizaba en los televisores de blanco y negro. Veamos el tema y sus particularidades.

CIRCUITO PARA LA DEFLEXION VERTICAL

Continuando con el análisis de un televisor policromático, cuyo circuito fue preparado por el LABORATORIO DE APLICACIONES ELECTRONICAS DE FAPESA, le toca ahora el turno al módulo N° 6 del diagrama en bloques de la figura 51, la cual nos dice que contiene el conjunto para producir la deflexión vertical del haz catódico en el tubo de imagen, incluyendo el excitador para la corrección de la deformación E-O. Del Boletín de Electrónica FAPESA, Año 22, N° 4, se ha tomado la descripción pertinente. Cabe advertir que en los últimos modelos de plaquetas que preparó la firma mencionada para este equipo, incorpora una pequeña fuente de tensión estabilizada en la plaqueta correspondiente a la deflexión vertical la que incluiremos en la descripción que haremos ahora. En el circuito general ese agregado usará dos terminales que serán convenientemente identificados.

Este módulo ha sido proyectado contemplando los criterios más avanzados en la materia. Prueba de ello es la supresión del transformador de salida vertical, clásico en los televisores, usando en su lugar una etapa de salida en clase B, lo que elimina una serie de inconvenientes y permite obtener directamente señales de corrección y de excitación de otras etapas. Se usaron transistores de salida del tipo *2N3055* que ofrecen una buena confiabilidad. Otras ventajas logradas en el diseño fueron la supresión de la distorsión de cruce y la obtención de estabilidad en la frecuencia vertical, la altura y la linealidad frente a variaciones de la temperatura.

Para la descripción que sigue usaremos dos circuitos, uno es el diagrama en bloque que presentamos en la figura 76 y otro es el circuito general de la deflexión vertical que muestra la figura 77. En esta segunda figura se señalan una cantidad de terminales numerados, para interconectar esta sección con otras del televisor, según lo marca el circuito general que veremos oportunamente. Lógicamente, la salida de esta plaqueta alimenta al

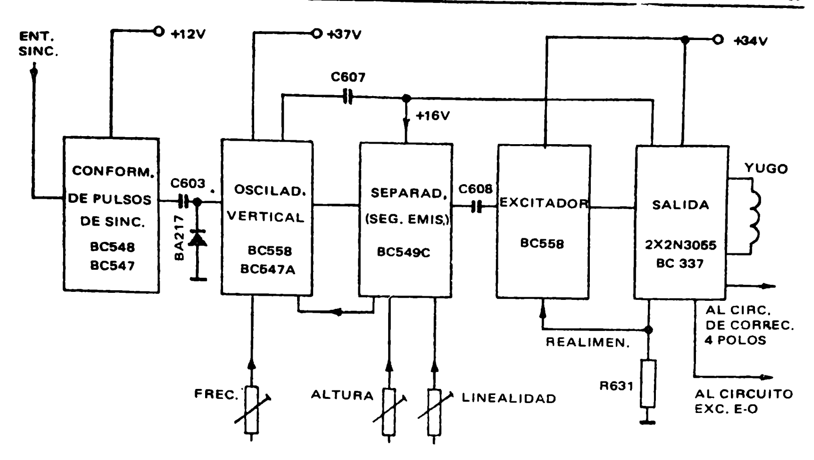


Fig. 76. – Diagrama en bloques de la sección barrido vertical del televisor policromático esquematizado en la figura 51.

yugo deflector vertical, pero hay otras dos salidas, una para el borrado y otra para el corrector E-O, y la señal de entrada es el pulso vertical que se toma de un terminal de la plaqueta del barrido horizontal. En este caso esa entrada se hace por el terminal 601 a la base de *Q601*, que es un transistor *BC548*.

A continuación explicaremos el funcionamiento de las diversas secciones que tiene el circuito de deflexión vertical. Aclaramos que cuando la disposición y funcionamiento sean completamente similares a iguales etapas de los televisores monocromáticos, la descripción será somera, para evitar reitaraciones de temas conocidos. Además cuando sea necesario, la descripción alterará el orden que tienen las etapas en el dibujo; por ejemplo, comenzaremos por describir el oscilador y dejaremos para más adelante el conformador de pulsos, por convenir para la mejor comprensión del sistema.

El oscilador vertical sincrónico

El oscilador empleado es del tipo biestable y opera con un par de transistores (*Q603* y *Q604*) de silicio en disposición llave electrónica. Son los transistores *BC547A* y *BC558*.

Supongamos que en un momento dado los capacitores *C605* y *C606* se encuentran descargados. En tal caso *Q604* se encuentra bloqueado por la tensión positiva en base que le aplica el divisor que forman *R607*, *R608* y *R609*. Al polarizar inversamente la juntura base-emisor la llave permanece inactiva. De inmediato los capacitores comienzan a cargarse exponencialmente mediante una corriente que viene por *R611*, *R612* y *R613*. Cuando el potencial en los capacitores *C605* y *C606* supera al de base, el diodo emisor-base pasa a conducir y ambos transistores de la llave se saturan fuertemente. Los capacitores quedan prácticamente cortocircuitados, generándose una rápida corriente de descarga a través de *R610*, que actúa como limitadora.

Desde este momento en adelante se reinicia un nuevo ciclo de la diente de sierra cuya rampa posee una pendiente positiva fijada por la constante de tiempo de *R612* y la serie *C605-C606*.

La frecuencia libre del oscilador puede modificarse alterando el umbral de conducción del diodo emisor-base de *Q604*, mediante *R608* que es un potenciómetro.

La etapa separadora

Está constituída esencialmente por el transistor *Q605* dispuesto como seguidor emisivo y su función principal es separar al oscilador del excitador para evitar la interacción entre los controles de frecuencia y altura. Además provee un diente de sierra en baja impedancia, necesario para manejar al excitador *Q606*.

El diente de sierra aplicado a la base de *Q605* tiene superpuesto un nivel de tensión continua, provisto por *R613*, asegurándose de este modo que el transistor trabaje permanentemente en la zona

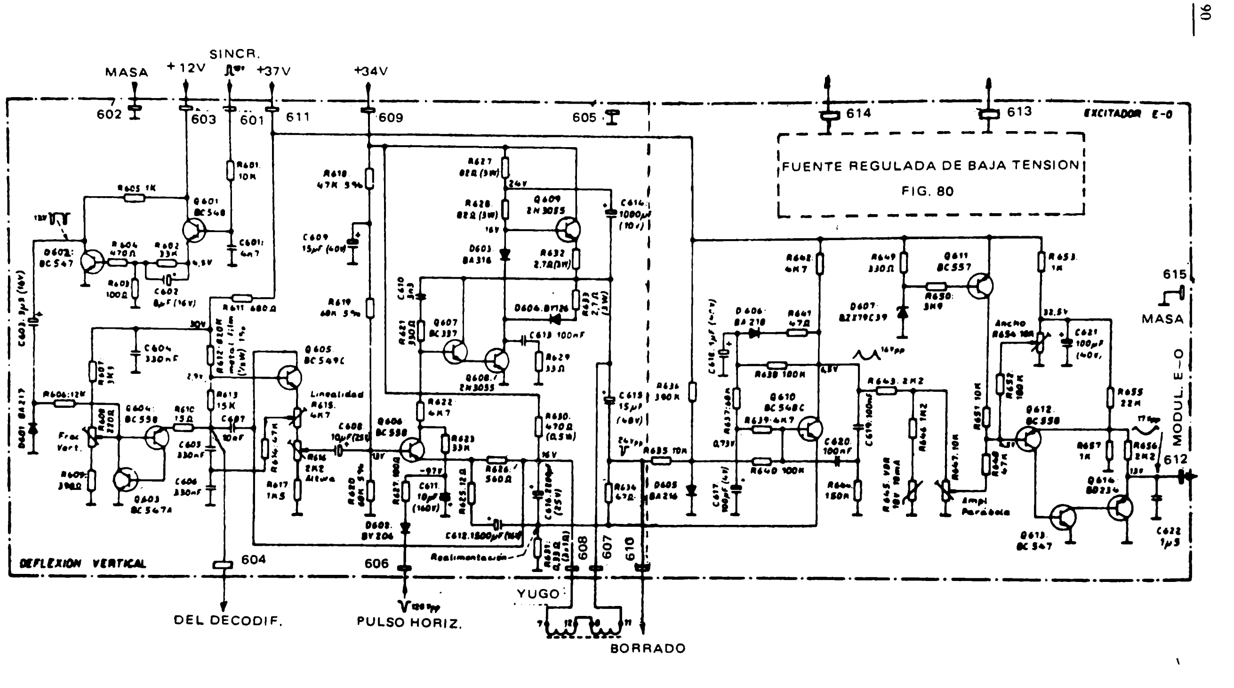


Fig. 77. – Circuito general de la plaqueta que contiene el sistema de deflexión vertical y el excitador para el modulador *E–O* (circuito FAPESA).

normal de operación.

El control de linealidad *R615*, aplicado en emisor de *Q605*, permite superponer una componente parabólica al diente de sierra del oscilador, con fines de corregir la linealidad. Tal componente será cóncava o convexa, según la posición del cursor de *R615*. Si el cursor se encuentra hacia el emisor, la corriente creciente por *R614* se suma a la decreciente que carga a *C606* y se obtiene sobre él una componente de tensión de forma cóncava. Si en cambio el cursor se desplaza alejándose del emisor, la amplitud del diente de sierra presente allí es de menor valor que la tensión que hay en *C606*; en esta situación aparece una componente de tensión parabólica convexa sobre ese capacitor. En el caso de que el cursor mantenga la posición media, la linealidad no se ve modificada porque por *R614* no circula corriente. Si se deseara variar el margen de corrección, bastaría alterar la constante de tiempo del grupo *R614* y *C606*, cuyo valor es del orden de los 20 milisegundos.

Hay un control de altura constituído por *R616*, potenciómetro que aparece conectado a continuación del de linealidad *R615*.

Sincronización simétrica

Se define la sincronización simétrica como la habilidad que tiene un circuito para sincronizar un oscilador en frecuencias por encima y por debajo de la nominal, que sería la de funcionamiento libre, que en este caso es la del barrido vertical o sea la de campo de la señal de video. Este tipo de oscilador presenta la ventaja de que, en ausencia de pulsos de sincronismo, la imagen tiende a mantenerse estable.

Para poder aplicar este principio al circuito vertical hay que disponer de un pulso de sincronismo negativo montado sobre un nivel de tensión positiva. Tal situación la provocan *Q601* y *Q602* que vemos en el ángulo superior izquierdo de la figura 77 y en el primer bloque de la figura 76. En el acoplamiento entre ellos vemos la malla formada por *R602* y *C602*, que conforma una fuente de tensión que eleva el nivel de conducción del diodo emisor-base de *Q601*. Cuando llegan a su base los pulsos de sincronismo, que entran por el terminal 601 y que son integrados por *R601* con *C601*, sólo la parte superior de los mismos supera aquél umbral y el transistor conduce.

En *R603* se genera un pulso de tensión positiva y el transistor *Q602* que estaba al corte pasa a saturación, obteniéndose en su colector la señal de sincronismo de la forma deseada, que se aplica al oscilador (*Q603-Q604*) mediante *C603*.

Si suponemos que este capacitor está descargado, al incidir el flanco posterior del pulso de sincronismo, aquél comenzará a cargarse exponencialmente. La corriente que circula por la serie *R606*, *R608* y *R609* eleva la caída de tensión en los dos últimos y se incrementa la tensión en base de *Q604*, nivel que está ajustado para una frecuencia libre de 50 Hz. La llave se bloquea y se impide la descarga de *C605* y *C606*.

La constante de tiempo de *R606* y *C603* debe asegurar que entre dos pulsos sucesivos la tensión en cátodo del diodo *D601* sea doble de la presente en base de *Q604*. Al aparecer el pulso de sincronismo, *D601* pasa a conducir y *C603* se descarga rápidamente a través de él. La tensión en cátodo del diodo se hace casi nula, mientras que la de base de *Q604* se reduce solamente al valor fijado por el divisor de tensión que hay allí. En tal momento la llave se dispara, quedando el oscilador sincronizado.

La etapa de salida

Esta parte está constituída por el excitador, formado por el transistor *Q606* que es un *BC558*, y la salida propiamente dicha que usa un montaje Darlington, con un *2N3055* en una rama y otro *2N3055* asociado a un *BC337* (*Q609*, *Q608* y *Q607* respectivamente). De acuerdo con el montaje Darlington, uno de los transistores trabaja en clase B pero el otro conduce todo el tiempo. La disposición circuital no introduce distorsión de cruce, por lo que no se hace necesaria la aplicación de corriente de reposo a los transistores de salida. Además, la disposición especial de las bobinas del yugo, que crean un campo de deflexión en forma de barril, permiten aplicar una corriente lineal sin corrección en *S*. Veamos el funcionamiento, para lo cual nos referiremos al circuito simplificado que muestra la figura 78.

Hay un divisor formado por *R619* y *R620* aplicado a la base de Q607, mediante el cual se fija la tensión del punto medio marcado como B, conectado al emisor mediante *R626*. El diente de sierra del oscilador se aplica a la base de Q607 mediante el capacitor de desacople *C608*.

Durante la primer parte del trazado *Q606*, *Q607* y *Q608* conducen manejados por el primer semiciclo del diente de sierra excitador (figura 79A). Durante ese lapso *Q609* permanece al corte. La corriente de deflexión originada, de amplitud decreciente, circula desde B hacia A por *C616*, bobinas del yugo, *D604*, *Q608* y el resistor de realimentación *R631* a través de masa (figura 79E).

La amplitud de la corriente de colector que era máxima al comienzo del trazado (figura 79D)

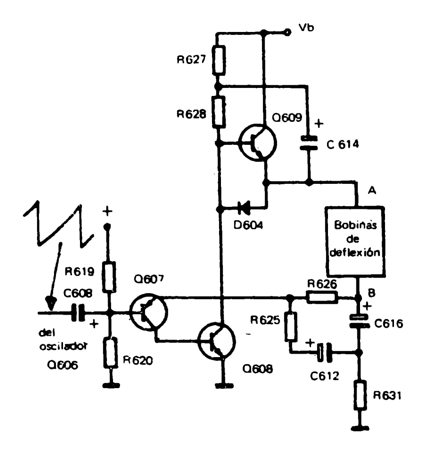


Fig. 78. – Esquema simplificado de la etapa de salida del barrido vertical que pertenece al circuito general de la figura 77.

se irá reduciendo hasta alcanzar un nivel igual a la corriente constante circulante por *R628*, coincidiendo con la finalización de la primera mitad del trazado. La realimentación negativa aplicada al emisor de *Q607* mediante *R625* y *C612* es una muestra de la corriente deflectora obtenida sobre *R631*.

El capacitor *C614* asegura en todo momento que la corriente por *R628* permanezca prácticamente constante. En la segunda mitad del trazado el potencial en base de *Q609* es superior al existente en A (figura 79B) quedando *D604* bloqueado. Por la acción combinada de esa segunda mitad y la realimentación en emisor de *Q607*, la corriente de colector de *Q608* disminuye aún más (figura 79D). El excedente de corriente creciente por R628 se derivará luego hacia la base de *Q609*, generándose una corriente de amplitud creciente por emisor. Resulta evidente que *Q608* actúa como excitador de *Q609*.

La corriente de emisor de *Q609* fluirá de A hacia B por las bobinas del yugo, *C616* y *R631* (figura 79C). Este período finaliza al entrar en saturación ambos *Q607* y *Q608*, por aparecer una tensión negativa en base de *Q607* debido a la rápida variación de la amplitud del diente de sierra de excitación. La tensión que en el punto A había alcanzado un valor muy próximo al V_b (figura 79B) cae abruptamente dando comienzo la primera mitad del retrazado. El pulso de tensión generado sobre las bobinas del yugo crea una rápida reducción de la corriente deflectora circulante por *Q609* hasta anularse.

Continúa circulando una corriente creciente desde B hacia A por la malla formada por *C616*, *yugo*, *D604*, *Q608* y *R631*. El lazo de realimentación comienza a influir notoriamente al final de esa corriente, entonces la de colector de *Q607* se reduce, así como la de base de *Q608*. Este transistor sale rápidamente de la saturación, dando por finalizada la segunda mitad del retarzado y fijando el comienzo de un nuevo período de trazado.

Volvamos ahora al circuito general de la figura 77. Para incrementar la transconductancia de *Q606* se agrega una corriente continua vía *R623*, suministrada por la rectificación de pulsos de retrazado horizontal que entran por el terminal 606, abajo a la izquierda. Allí mediante el diodo *D602*

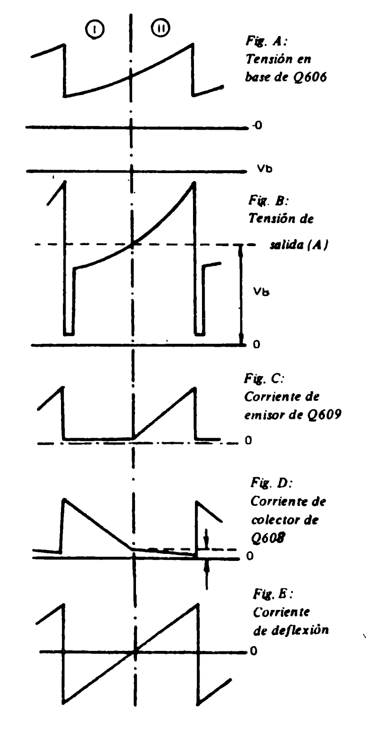


Fig. 79. – Formas de onda obtenidas durante el proceso explicado en la figura 78, y que integran la diente de sierra vertical.

y la célula de filtro *R627* y *C611*, se obtiene una tensión continua negativa de 97V. Esto, combinado con la alta ganancia de corriente del lazo de realimentación negativa, asegura que la distorsión de cruce sea inferior, en tiempo, a un período horizontal.

Hay un fenómeno llamado *picture bounce* (rebote de imagen) que consiste en una oscilación transitoria de la imagen ante cambios de amplitud o frecuencia, causado por un realce de la ganancia del amplificador para muy bajas frecuencias. Es consecuencia de la disminución del factor de realimentación negativa debido al corrimiento de fase impuesto por *C616* y *C612*. Para paliar este inconveniente se agrega *R625*, el cual introduce en la realimentación una tensión parabólica originada por la tensión presente sobre *C616* y dividida por *R626*. Como tal tensión depende de la temperatura, para compensarla se agrega *C607* al oscilador.

Sobre la malla formada por *C615* y *R634* se obtiene durante el retrazado un pulso negativo, el cual es utilizado para el borrado y como señal de excitación para el corrector E-O. Además impide el pasaje de componentes horizontales provenientes del yugo que, de incidir sobre el oscilador vertical, podrían afectar el entrelazado.

Hay algunos detalles finales. El diodo *D603* se incluyó entre base de *Q609* y cátodo de *D604* para compensar la caída en este diodo. La malla *C613-R629* disminuye la ganancia del lazo abierto del amplificador en lo concerniente a frecuencias horizontales y sus armónicas. Para igual cometido se aplica entre colector y base de *Q607* el capacitor *C610* y el resistor *R621*. Debido a la alinealidad de la corriente de retrazado se origina un corrimiento durante el trazado; entonces la corriente de pico de deflexión al final del barrido sería mayor respecto de cero que la del comienzo. El valor medio de la corriente de deflexión debe ser nulo y para conseguirlo se adicionó *R630*.

Cabe consignar que la amplitud de la corriente deflectora puede resultar afectada por las variaciones de la temperatura. En este diseño se comprobó que la máxima variaba un 0,3%para un salto térmico de 40°C.

Excitador para el corrector E-O

Hemos dicho que en la plaqueta del barrido vertical se incluyó, en el proyecto que estamos describiendo, el excitador para el dispositivo corrector de la deformación E-O. Se lo utiliza para excitar al modulador E-O que pertenece al circuito de barrido horizontal y que fue descripto en el capítulo anterior.

La tensión diente de sierra que se obtiene sobre el resistor de realimentación *R631*, figura 77 abajo al centro, se integra mediante *R636* y el integrador Miller formado por *Q610*, *C618* y *C619*. Ajustando convenientemente el valor de *R636* se obtiene en el colector de *Q610* una parábola cóncava hacia abajo de 10 Vpp. El resistor *R637* permite obtener una parábola simétrica.

Para no producir distorsión trapezoidal en el barrido horizontal, se efectúa una corrección adicional. La tensión parabólica del colector de *Q610* se aplica a la base de *Q611*, por un sistema puente que tiene en una de las ramas el control de ancho *R654*, que modifica la tensión continua.

En la otra rama se produce el control de amplitud de parábola con *R647*, que varía el grado de compensación de la distorsión almohadilla. La etapa de salida está compuesta por *Q612*, *Q613* y *Q614*. El transistor de salida *BD234* requiere un disipador de 2 mm de espesor, hecho en forma de *U* con aluminio brillante de 68 cm^2 de superficie.

Fuente regulada de baja tensión

En la plaqueta del módulo que contiene el barrido vertical se ubica, además de las secciones ya vistas, una pequeña fuente regulada de baja tensión, cuyo esquema vemos en la figura 80 y que se indicó con un recuadro de trazos en la figura 77, esquema general. Esta fuente trabaja con dos transistores, según el clásico principio de la regulación en serie. El *Q615* (*BD136*) es el regulador y el *Q616* (*BC548*) es el encargado de polarizar convenientemente la base del anterior.

La tensión alterna se toma del fly-back, terminal 2, se rectifica con *D707* (figura 65) y en el terminal 738 de ese módulo 7 de la deflexión horizontal habrá 15,5 V. La salida de continua es de 13 V

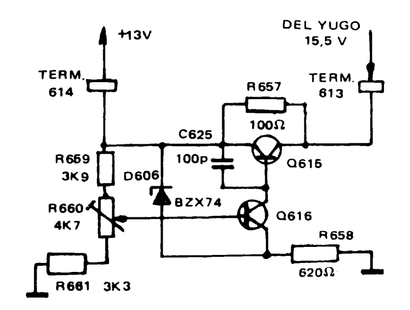


Fig. 80. – Circuito de la pequeña fuente regulada que se agregó al módulo de la deflexión vertical y que se conecta mediante los terminales 613 y 614 del mismo.

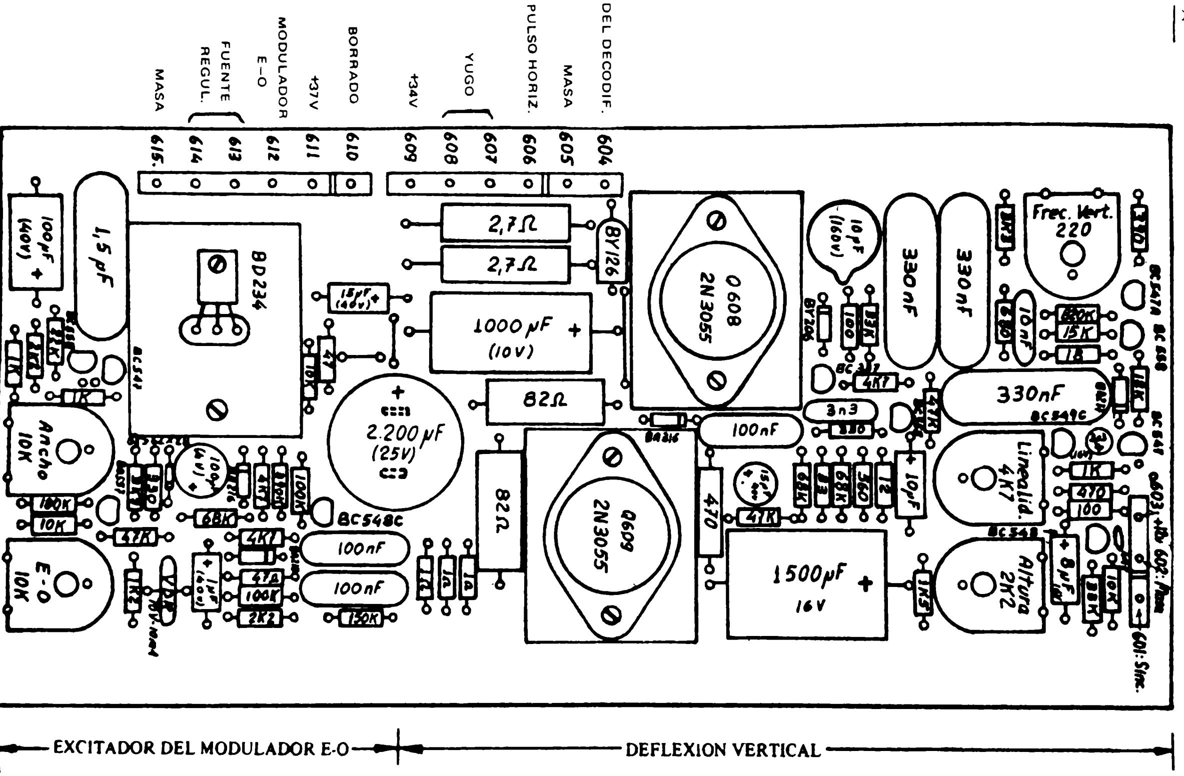


Fig. 81. – Vista del lado componentes de la plaqueta impresa que contiene todos los elementos que configuran el circuito de la figura 77.

y se aplica para la alimentación del decodificador, terminal 310 de la plaqueta N° 3; del panel de controles, terminal N° 210 del módulo N° 2 y del oscilador vertical, terminal 603 de la plaqueta N° 6, o sea la que vimos en la figura 77.

Esta fuente viene colocada sobre la plaqueta impresa, lo que no vemos en la figura por tratarse de un agregado, pero la indicación de los terminales de interconexión ya tiene reservados los dos que le corresponden, de modo que no habrá dificultades en integrar el conjunto cuando tratemos el esquema general.

Disposición de la plaqueta

El conjunto que vimos en la figura 77 se monta en una plaqueta de 115 X 240 mm sobre la cual se distribuyen los componentes. La figura 81 muestra una vista de la misma del lado componentes. Están numerados los terminales de interconexión con las otras plaquetas que integran el televisor. Cabe hacer notar que esta plaqueta lleva como adicional una pequeña fuente regulada, que se incorporó a la misma en los últimos diseños, y que necesita dos terminales de conexión. En el circuito general veremos ese detalle.

Los transistores de salida del barrido vertical llevan disipadores de aluminio pulido, del mismo tipo que los de salida del excitador E-O, o sea de 68 cm^2 de superficie, forma en *U* y 2 mm de espesor.

Día 10

Con la descripción del módulo correspondiente a la deflexión vertical que realizamos en el capítulo precedente podría decirse que completamos la serie de secciones activas del televisor, si se asigna tal calificativo a las que procesan señales. Faltan tratar partes que son también indispensables, pero suele considerárselas auxiliares. Ejemplo típico es la fuente de alimentación que nos ocupará en esta jornada y que tiene una configuración compleja debido a las exigencias acerca de la constancia de la tensión, que ya era problema en los televisores monocromáticos y que es indispensable en los de color. Las causas que afectan a la constancia de la tensión son de dos orígenes diferentes, las fluctuaciones de la red y las del consumo de las diversas secciones del televisor, y frente a ellas la fuente debe proveer correcciones capaces de mantener cifras de salida con una constancia rigurosa, dentro de límites muy estrechos. Así ocurrió que las fuentes de alimentación reguladas, típicas en los buenos televisores de blanco y negro, resultaron imperfectas en los policromáticos y surgieron las llamadas fuentes conmutadas, producto de la nueva tecnología en la materia. En este caso describiremos una de ese tipo que presenta innovaciones de gran interés y que, con variantes propias de los proyectos de distintos orígenes, se encontrarán en los circuitos modernos de televisores de color. Esta fuente de alimentación constituye una sección más en el equipo modular que estamos considerando y ocupará por consiguiente una plaqueta impresa a interconectar con las otras del conjunto.

FUENTE DE ALIMENTACION CONMUTADA

En el circuito general presentado como diagrama en bloques de la figura 51, la fuente de alimentación está formada por el módulo N° 9 y ha llegado el momento de ocuparnos de ella. Así, siguiendo con el televisor policromático desarrollado por el *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas de FAPESA*, tomamos la descripción del Boletín de Electrónica Año 24, N° 4. De acuerdo con el estado actual de la técnica, incorpora un circuito integrado *CI941*, tipo *TDA2640* y se complementa con un conjunto de desmagnetización automática para el TRC. Sus características son:

– Tensión de entrada . . . . 220 V c.a. ± 20%
– Tensión de salida nominal . . . +160 V
– Corriente de carga nominal . . 0,9 A
– Rendimiento . . . . mayor que 80%
– Estabilidad ante variaciones de la tensión de línea . . . . . . mejor que 0,6%
– Estabilidad ante variaciones de carga . . . . mejor que 0,6%
– Frecuencia de conmutación . . 17 KHz

Además de las especificaciones precedentes de tipo cuantitativo, se dan otras cualitativas que destacan sus ventajas. Son las siguientes:

– Tiene muy buena regulación de tensión frente a variaciones de la tensión de línea o la corriente de carga.
– Por su alta eficiencia disipa poco calor en cualquier condición de funcionamiento, lo que ha permitido reducir su tamaño y peso.
– Su diseño permite utilizarla en equipos con tubos de 18, 20, 22 y 26 pulgadas.
– Se ha programado sobre una plaqueta base, sobre la que enchufan las plaquetas de entrada y de control.

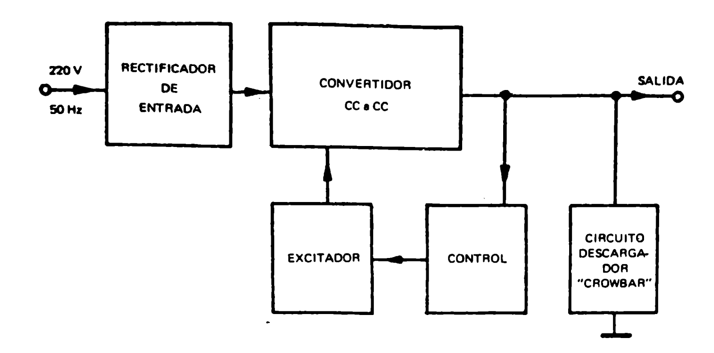


Fig. 82. – Diagrama en bloques de la fuente de alimentación conmutada que integra el televisor que estamos describiendo.

- A la fuente se conecta en dos terminales el dispositivo de desmagnetización. Para este conjunto la fuente tiene previsto un resistor variable con la temperatura (tipo PTC) que posibilita la generación de un campo magnético importante, que se desvanece muy enseguida de encender el equipo, cuando tal resistor toma temperatura.
- Posee un circuito descargador *crowbar* que protege al resto del equipo frente a sobretensiones y flash-over.

Circuito de la fuente

Para explicar el contenido y funcionamiento de la fuente conmutada presentamos primero un diagrama sintético en bloques de la misma en la figura 82. En primer término tenemos el rectificador de entrada, que rectifica la tensión alterna de línea (220 V 50 Hz) y que está provisto de su correspondiente filtro. Esta tensión rectificada entra a un convertidor de continua a continua del que se obtiene la tensión de salida para alimentación del televisor.

Por otra vía se compara la tensión de salida con una de referencia en el módulo de control. En el mismo se genera una onda rectangular que maneja al excitador y éste al sistema de conmutación del convertidor.

Finalmente, hay un bloque que indica el circuito descargador *crowbar*, que está para proteger al equipo contra sobretensiones y descargas en el TRC.

El diagrama sintético mostrado se corresponde con el circuito general que vemos en la figura 83. En el mismo se hallan perfectamente delimitadas las tres secciones que integran la plaqueta general, una que denominamos BASE, una segunda plaqueta menor, enchufable en la primera, que denominamos CONTROL, y una tercera, que también es una plaqueta auxiliar, y que contiene el rectificador principal; esta sección ha sido denominada ENTRADA. Aparte está el bloque de las bobinas de desmagnetización, que se conecta a los terminales 903 y 904 de la plaqueta general, del cual hablaremos más adelante.

El rectificador principal

La tensión de la red es rectificada por un circuito puente *D901* formado por diodos *BY179*. El resistor *R902* se encarga de limitar la corriente de pico durante el encendido. La inductancia *L901* y el capacitor *C906* forman una malla para evitar que las interferencias de la fuente pasen a la red de canalización. Los capacitores *C902, C903, C904* y *C905*, conectados en paralelo con cada uno de los diodos del puente, reducen las interferencias de conmutación.

El circuito de conmutación

Como transistor de conmutación (*Q911*) se ha utilizado un tipo *BU126* por presentar características adecuadas. El capacitor *C913* y la inductancia *L911* están para reducir las variaciones bruscas cuando el transistor entra al corte y cuando comienza a conducir. El diodo *D911* y el resistor *R911* colocados en paralelo con el choque *L911*, impiden las sobretensiones y absorben la energía almacenada en éste. El valor dado a *R911* es un

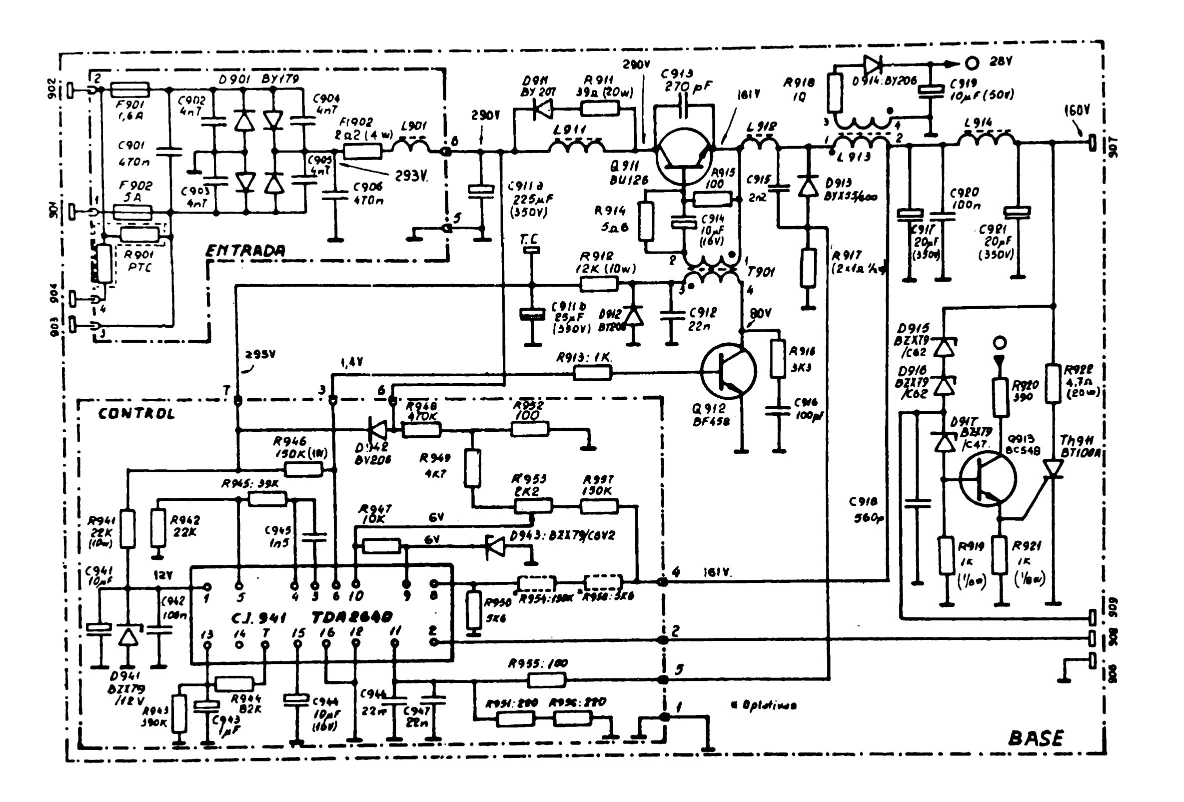


Fig. 83. – Circuito general de la fuente de alimentación conmutada qùe corresponde al diagrama en bloques de la figura 82 (circuito FAPESA).

compromiso entre el valor de sobretensión aceptable y la energía absorbida. Un valor muy bajo permitirá además una corriente de pico alta por el diodo *D911*.

El choque *L912* disminuye las variaciones bruscas de intensidad cuando la corriente por la inductancia *L913* conmuta del diodo de eficiencia paralelo *D913* al transistor *Q911*, ya que en ese instante se descargan las capacidades parásitas presentes en el colector de ese transistor. El capacitor *C915* disminuye la variación de tensión del diodo de eficiencia paralelo durante su apagado.

Entre el choque *L913* y los capacitores *C917* y *C920*, se consigue una eficiente malla para el filtrado de la frecuencia de conmutación. La malla *L914* y *C921* impide que las variaciones de carga que presenta la etapa de salida horizontal modifiquen el funcionamiento de la fuente.

Circuito de excitación

La excitación de *Q911* es del tipo no simultáneo, es decir que cuando *Q*912 conduce, *Q911* no conduce y viceversa. Las condiciones de excitación deben ser tales que aseguren la saturación de *Q911* para cualquier condición de trabajo.

La alimentación del excitador se realiza desde la fuente principal, reduciendo la tensión mediante *R912*. El diodo *D912* previene que *Q911* comience a conducir ante cualquier campanilleo de tensión que aparezca sobre *C912* cuando *Q912* está conduciendo en forma permanente, por ejemplo durante un período de protección. La malla formada por *R914* y *C914* asegura una rápida saturación de *Q911* cuando éste arranca y mejora el apagado. La malla *R916* y *C916* amortigua las oscilaciones parásitas que aparecen sobre el colector de *Q912*.

Circuito descargador

Este circuito está formado por el transistor *Q913*, que dispara al tiristor *Th911*. La alimentación para *Q913* se toma de un secundario colocado sobre el choque *L913*. La tensión en tal secundario se rectifica con *D914* y se filtra con *C919*, y la tensión continua de 28 V obtenida se aplica al colector de *Q913* a través de *R920*. Los dos circulitos que se ven en el esquema indican hacer tal conexión.

Este transistor cumple funciones importantes. Primero, protege contra flash-over y segundo actúa por sobre la tensión de salida. En el caso de producirse flash-over aparece un pico de tensión entre los diodos *D916* y *D917*, que hacen conducir al transistor y éste dispara al tiristor. El aumento de corriente que introduce el tiristor al circuito de salida hace que actúe el circuito de protección de corriente del *CI941*, cortándose la tensión de salida en forma inmediata. Por otro lado, si la tensión de salida supera a la tensión de los diodos Zener *D915*, *D916* y *D917* por alguna falla del circuito, circulará corriente por dichos diodos provocando el disparo del tiristor *Th911*, haciendo actuar como en el caso anterior al circuito de sobrecorriente. Si éste no responde, se mantendrá *Th911* activado hasta que salte el fusible *F901*, ubicado arriba a la izquierda, en el terminal 902 de la plaqueta.

El módulo de control

Dijimos que sobre la plaqueta BASE de la fuente se aplicaban dos sub-módulos que contenían, uno de ellos al rectificador de ENTRADA y el otro al circuito de CONTROL. Este contiene como elemento principal un circuito integrado, el *CI941* que es un *TDA2640*, y todos sus componentes asociados. Para facilitar la explicación conviene conocer el contenido del referido C.I. y a esos efectos presentamos en la figura 84 un diagrama en bloques que esquematiza el circuito interno y las funciones del mismo.

La alimentación de este sub-módulo se toma de la fuente principal y la salida comanda al transistor excitador *Q912*.

El *CI941* está programado especialmente para realizar el control de una fuente de alimentación conmutada como la que estamos considerando. Las funciones que cumple son las siguientes:

- Oscila a una frecuencia que puede fijarse.
- Protección contra sobrecorrientes con arranque automático.
- Protección contra sobretensiones con arranque automático.
- Arranque lento.
- Protección contra bajas tensiones de alimentación.
- Posibilidad de sincronización.
- Posibilidad de controlar la ganancia.
- Control remoto de apagado.
- Control de tiempo de conducción.
- Limitación del ancho del pulso.

A continuación se hará un resumen de cada una de las partes que aparecen en forma de bloques en la figura 84.

Oscilador

El oscilador utiliza el principio del integrador

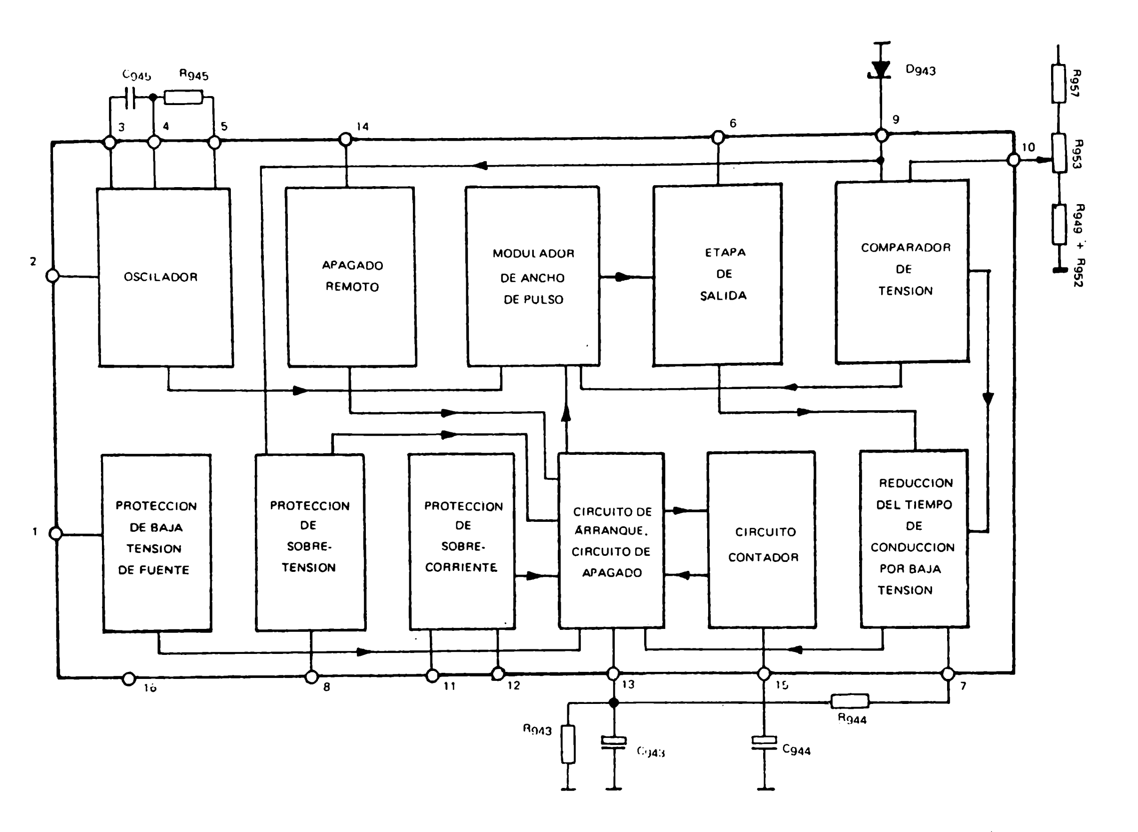


Fig. 84. – Diagrama en bloques del contenido del CI941 tipo TDA2640 que contiene la fuente general de alimentación conmutada de la figura 83.

Miller. La frecuencia libre de oscilación está dada por la combinación RC conectada entre las patas 3 - 4 - 5. Puede ser sincronizado con pulsos aplicados a la pata 2. El valor pico de los pulsos de sincronismo puede variar entre 1 y 10 V p p. La frecuencia de sincronismo tiene que ser inferior a la frecuencia libre de oscilación del oscilador. De acuerdo a los valores dados *C945* y *R945* la frecuencia libre está aproximadamente en 17 kHz.

Comparador de tensión

La tensión de referencia para el comparador está determinado por un diodo zener *D943* de 6,2V conectado en la pata 9. Esta tensión se compara con la tensión presente en la pata 10, la que proviene de un divisor resistivo conectado a la salida de la fuente.

De la diferencia de tensión existente en el comparador se modifica el ancho de los pulsos, que entrega la etapa de salida sobre pata 6; eso se realiza a través del modulador de ancho de pulsos.

Modulador del ancho de pulso

El modulador de ancho de pulso compara la tensión en diente de sierra entragada por el oscilador con la tensión que entrega el comparador de tensión. El ancho del pulso está dado por la tensión del comparador.

Etapa de salida

La salida del integrado está formada por un transistor con emisor común, sin resistor en el colector. Este resistor se coloca extremamente y en este caso es *R946*.

El transistor puede mnejar hasta 20 mA para una V_{CE} igual o menor que 400 mV. El mismo está internamente protegido para tensiones elevadas de colector con un diodo de enclavamiento a la fuente de alimentación del integrado.

Circuito de arranque y circuito de apagado

El circuito de arranque se activa cuando se conecta la fuente de tensión y asegura que el C.I. arranque con un ancho de pulso que va creciendo gradualmente.

De esta forma se protege al transistor de conmutación de la fuente de las grandes corrientes de arranque.

Una parte de este circuito se usa también para el apagado de los pulsos de salida, cuando la información de alguno de los circuitos de protección llega al nivel de operación.

Después de cierto tiempo "muerto", el cual depende de la constante de tiempo dada por la combinación *RC* conectada en la pata 13 (*R943* - *C943*) los pulsos de salida comienzan nuevamente, vía el circuito de arranque.

Cuando la sobrecarga persiste, se activa el circuito contador y luego de algunos intentos de arranque y parada, la fuente se apaga definitivamente. El número de intentos depende del capacitor conectado en la pata 15 del C.I. (*C944*).

Bajo estas condiciones, la fuente sólo puede arrancar nuevamente si se apaga el receptor y se vuelve a encender después de haber esperado unos segundos.

Circuito de apagado remoto

Mediante una tensión continua aplicada sobre la pata 14 puede producirse el apagado de la fuente en forma remota.

La fuente se enciende con un nivel alto de tensión sobre la pata 14 (entre 5 y 12 V) o cuando esta pata queda flotante y se apaga con una tensión de nivel bajo (entre 0 y 3 V).

La corriente de entrada en pata 14, para mantener la fuente apagada debe ser de aproximadamente 0,1 mA. En nuestro caso se dejó flotante.

Protección de sobre-corriente

La información para la protección de sobrecorriente se aplica entre las patas 11 y 12. Si la tensión entre esas patas excede los 0,7 V la fuente se apaga.

Luego de cierto tiempo, que depende del tiempo "muerto" dado por la combinación *RC* de la pata 13 la fuente enciende nuevamente. Si la sobrecorriente persiste, hace algunos intentos de arrancar como se vio antes y queda apagada definitivamente. El sensado de corriente se realiza sobre *R917*.

Protección de sobre-tensiones

La información para la sobre-tensión entra por la pata 8. La fuente se apaga cuando la tensión en la pata 8 es mayor que la tensión del zener de la pata 9. Como en el caso anterior, una sobretensión permanente produce el apagado de la fuente. Este control se deja como optativo, ya que se utiliza el circuito especial antes descripto.

Protección para bajas tensiones de alimentación

Este circuito actúa como circuito de protección cuando la fuente de alimentación del integrado cae a un valor por debajo de los 8 V. Fue agregado para evitar que el transistor de salida sea destruido cuando se apaga el receptor y luego se vuelve a encender en muy poco tiempo.

Sin tal circuito de protección, inmediatamente después del apagado, el C.I. entregaría un pulso de salida, de ancho cada vez mayor, para mantener la tensión de salida constante. Si ahora se encen

diera nuevamente el receptor, como el tiempo de conducción es grande, la corriente para reponer la carga del capacitor de salida podría destruir al transistor de salida.

Reducción del ancho del pulso para bajos valores de tensión sobre la pata 10

Bajo condiciones normales de operación, una disminución en la tensión en la pata 10 da como resultado un aumento en el ancho del pulso y consecuentemente una mayor V_S.

Cuando la tensión sobre la pata 10 cae debido a un corto circuito en el circuito de realimentación o un corto circuito durante una reparación, el integrado entregaría un pulso de salida con máximo ancho y la carga del capacitor de salida podría destruir el transistor de salida.

Esto se evita con un circuito especial que ofrece una característica de protección doble, que depende de la tensión de la pata 10.

Este circuito distingue dos condiciones: $V_{10} = 0$ y V_{10} mantenida entre 1,4 V y 5,3 V.

Condición para $V_{10} = 0$

Cuando la tensión en la pata 10 cae rápidamente a 0 V los pulsos de salida se bloquean simultáneamente.

Después de un tiempo, que depende de la combinación RC sobre la pata 13, el C.I. arranca nuevamente, con pulsos crecientes. Pero cuando V_{10} permanece en 0 V el ancho de los pulsos de salida es pequeño. Este ancho está definido por un resistor (*R944*) externo colocado entre las patas 7 y 13.

Condición $1{,}4 < V_{10} < 5{,}3$ V

Dentro de este rango el ancho del pulso está directamente relacionado con el valor de la tensión en V_{10}. Esta relación está influida por el valor del resistor entre las patas 7 y 13.

Un valor pequeño de resistencia significará un ancho de pulso pequeño durante el arranque, pero como en general la tensión de la pata 10 se obtiene por un divisor resistivo desde la tensión de salida, si el pulso es muy pequeño puede suceder que la tensión sobre la pata 10, en el arranque de la fuente, nunca llegue a superar los 1,4 V, con lo cual nunca crecería el pulso y consecuentemente nunca arrancaría.

Por lo tanto el valor de la resistencia entre las patas 7 y 13 debe elegirse para que la tensión sobre la pata 10 sea superior a 1,4 V luego del arranque. Para el tipo de fuente elegida, el valor más apropiado es 82 kΩ.

Consideraciones generales

Los pulsos de salida del integrado aparecen 0,2 segundos después de encender la fuente y llegan a la condición normal de operación a los 0,4 seg. Este retardo se consigue con *C943* y *R943*. Lo mismo ocurre cuando ha actuado alguno de los circuitos de protección. En este caso, si la causa de falla persiste, se activa un circuito contador. Luego de una cantidad de intentos, que depende de la relación entre *C944* y *C943*, la fuente queda apagada definitivamente.

La variación de tensión de la pata 10 regula el ancho del pulso de salida. La relación que existe entre efecto y causa se denomina amplificación y ésta puede reducirse colocando un resistor entre las patas 9 y 10 (*R947*).

El ancho del pulso está limitado internamente al 90% del período, pero por razones de seguridad puede convenir limitarlo a un valor menor (por ejemplo para que la corriente de base en el *BU126* sea suficiente, aún en las peores condiciones de trabajo).

Esta limitación se consigue con *R942* colocada sobre la pata 5. El zumbido de 100 Hz, presente en la tensión de entrada, tiende a eliminarse por el principio de funcionamiento del sistema, pero se puede conseguir una compensación extra si se aplica a las patas 9 ó 10 una tensión de compensación con la fase que convenga. En nuestro circuito se logra con *R948* y *R952*.

Montaje de la fuente de alimentación

La ubicación de los terminales que interconectan el circuito general de la figura 83 con los otros módulos que integran el televisor no es la que marca esa figura, ya que el trazado del circuito impide, salvo una complicación en el diagramado, poner los bornes de entrada o salida en sus lugares exactos. Pero eso se soluciona observando la plaqueta impresa del lado de componentes, que es lo que muestra la figura 85, que corresponde a la parte que denominamos BASE. La misma tiene 170 X X 120 mm.

Esta plaqueta tiene nueve terminales para su conexión exterior, de los cuales hay dos series de cuatro en sendas tiras y uno que está un poco más abajo de la tira de la derecha y que lleva el N° 905. Este terminal se usa únicamente cuando se reemplaza el control de sintonía a botonera por el sistema de tacto (touch control) del cual hemos hablado al describir el módulo N° 1 o sea la plaqueta de señal.

Los demás terminales que vemos en la plaqueta son para la conexión enchufable de los dos subplaquetas, la de CONTROL y la de ENTRADA, tal

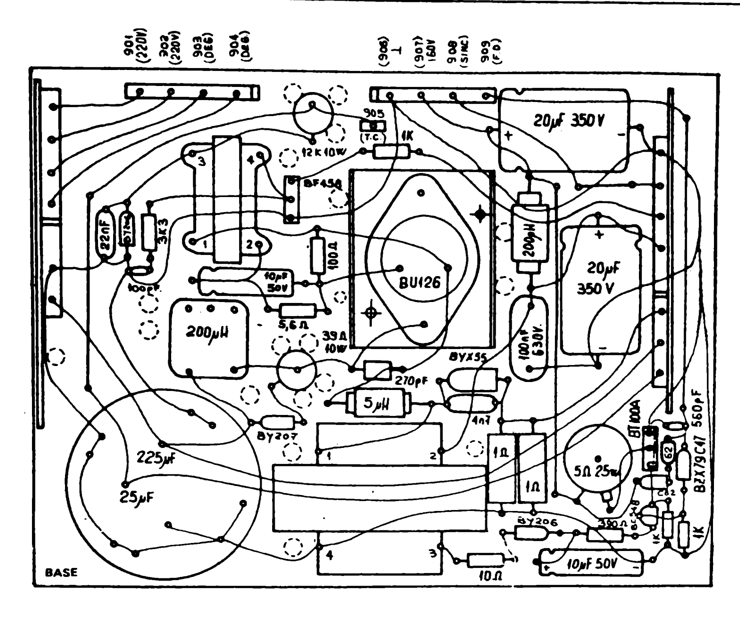


Fig. 85. – Vista de la plaqueta principal de la fuente de alimentación, del lado componentes. Pertenece al módulo llamado BASE.

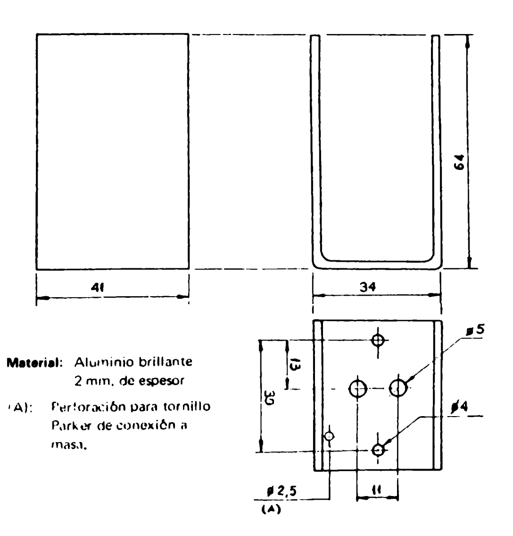
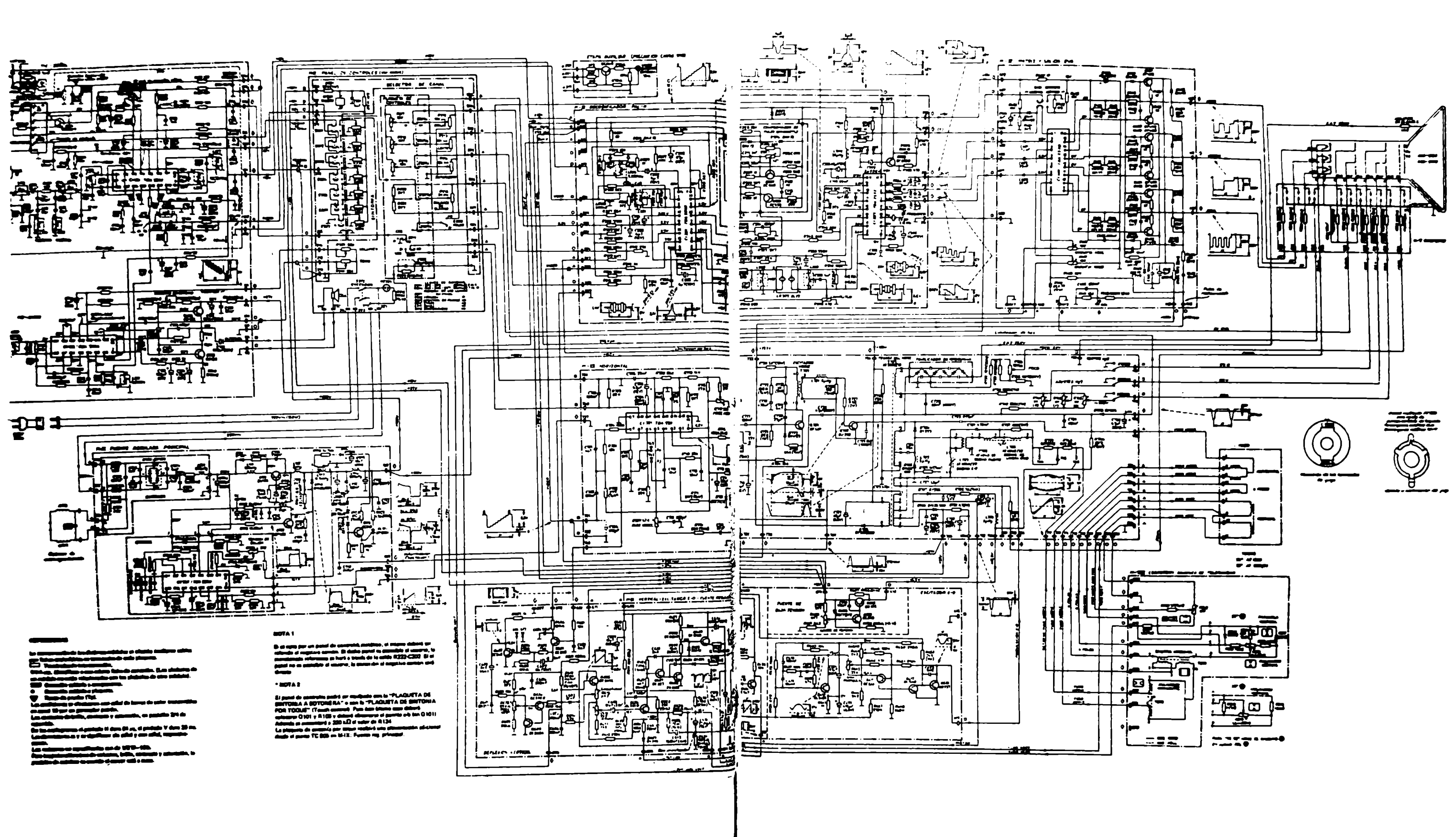


Fig. 86. – Disipador para el transistor de conmutación de la fuente de alimentación.



CIRCUITO GENERAL DEL TELEVISOR DE COLOR

SISTEMA PAL–N PREPARADO POR FAPESA

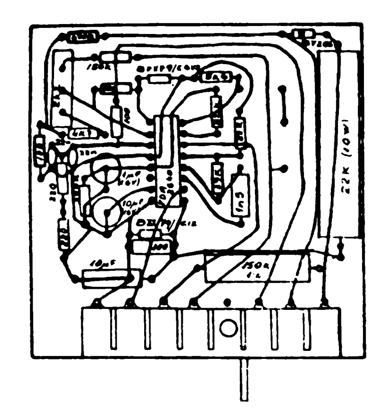


Fig. 87. – Vista del lado componentes de la sub-plaqueta llamada de CONTROL.

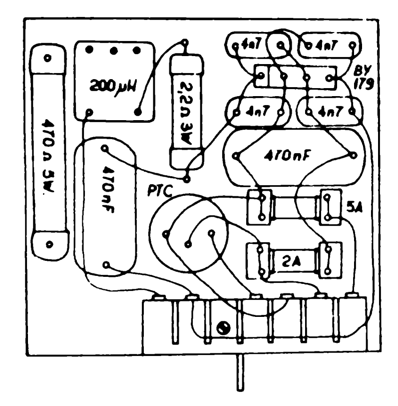


Fig. 88. – Vista del lado componentes de la sub-plaqueta llamada de ENTRADA.

como se ha definido en la figura 83. Los terminales 903 y 904 de la plaqueta están destinados a la conexión de las bobinas de desmagnetización y en el módulo de entrada se encuentra el resistor PTC *R901*, vinculado al borne 4 de la sub-plaqueta de entrada y al terminal 904 de la plaqueta principal.

El transistor de conmutación *Q911* requiere un disipador térmico, el cual se muestra en la figura 86 en tres vistas. Se hace con chapa de aluminio brillante de 2 mm. de espesor.

La figura 87 muestra la plaqueta, del lado componenetes, del submódulo que hemos denominado CONTROL. Tiene 76 X 76 mm y se conecta a la plaqueta principal mediante fichas enchufables.

La figura 88 muestra la sub-plaqueta de entrada, o sea la que tiene el rectificador principal mediante fichas enchufables.

Toda la fuente en conjunto puede colocarse en una caja metálica, en posición horizontal y ubicarse en el piso de gabinete, asegurada mediante tornillos.

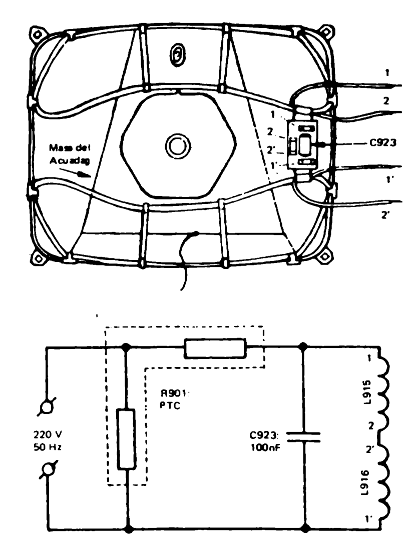


Fig. 89. – Vista de la ubicación y del circuito del conjunto de las bobinas de desmagnetización para el TRC.

La unidad de desmagnetización

Esta pequeña unidad está formada por un par de bobinas que se montan en la parte posterior del tubo, según lo marca la figura 89. Sus terminales se conectan a los 903 y 904 de la plaqueta principal de la fuente de alimentación. En la parte inferior de la figura se ve el esquema eléctrico del conjunto de desmagnetización del TRC. También se ve arriba la posicion de los alambres elásticos que apoyan contra el revestimiento de acuadag del tubo, a los efectos de conectarlo a masa general del circuito.

Día 11

A través de cinco capítulos hemos descripto los diversos módulos que integran un televisor de color y que estaban convenientemente ubicados en un diagrama en bloques. Cada uno de ellos tenía un circuito desarrollado que ha sido analizado detalladamente y ha llegado el momento de interconectar entre sí todos esos módulos, a fin de que los mismos queden alimentados y las señales puedan ir de unos a otros en la forma programada. Quedaron algunos detalles para explicar, los que serán considerados ahora en la presente jornada, y al final de la misma tendremos el televisor completo el que, como casi todos los equipos electrónicos, requerirá un proceso de calibración, el que será objeto de un nuevo día de labor. El lector interesado en armar un equipo receptor de señales policromáticas podrá hacerlo con los módulos mencionados y explicados en este libro o con algún otro conjunto de los que seguramente encontrará en el mercado local. Cada equipo que haya disponible estará provisto de un folleto explicativo sobre el armado y el ajuste y no se encontrarán diferencias sustanciales entre ellos, ya que deben realizar funciones totalmente similares. El conjunto que hemos analizado está entre los primeros que se desarrollaron en nuestro medio y presenta características de simplicidad y eficiencia que el lector habrá seguramente advertido a través de las explicaciones sobre su funcionamiento que acompañaron a la descripción de las diversas partes consideradas. Con lo que se agrega en el presente capítulo el panorama queda completo. Encaremos entonces el tema de la jornada.

CIRCUITO GENERAL DEL TELEVISOR

Para analizar detalladamente un equipo electrónico hay dos métodos, cada uno de los cuales es aconsejable según las modalidades de tal análisis. Uno de ellos es mostrar al principio el circuito general y explicar su funcionamiento, acompañando tal explicación con circuitos parciales para simplificar la observación paralela de texto y figuras. El otro opta por analizar separadamente las secciones parciales, para ensamblarlas al final en un circuito general que las integre. Entre los circuitos electrónicos, los de televisores están entre los más complejos por la cantidad de componentes y complican cualesquiera de los dos métodos descriptivos al querer hacer el seguimiento de la señal por la maraña de conexiones. Felizmente hay una circunstancia favorable y es que, contrariamente a lo que sucedía en los receptores de radio en que debía seguirse una sola señal a su través, en el televisor pueden separarse netamente varias secciones que tratan señales diferentes.

La circunstancia mencionada anteriormente permitió adoptar el método de describir separadamente las secciones que realizan el tratamiento de un tipo de señal, aunque existan siempre vinculaciones entre tales secciones. Así fue que se optó por partir de un diagrama sintético en bloques del televisor policromático, figura 5-1, y analizar separadamente los módulos o secciones que lo integran, módulos que tenían numeraciones del 1 al 9. Todas esas secciones fueron tratadas con excepción de la N° 2, que es la que contiene el panel de controles, por tratarse de una función completamente auxiliar, sin funcionalidad dinámica. También quedaron para ser consideradas en el presente capítulo las conexiones del tubo de imagen, ya que el mismo fue descripto en el capítulo 3 y recibe señales de los otros módulos. El tubo lleva varios accesorios, como son el yugo deflector, la plaqueta de chisperos y la pieza para ajustes de pureza y convergencia que van colocados en el cuello del mismo. De estos accesorios nos ocuparemos en el presente capítulo.

Y hay otro detalle que debe ser aclarado respecto de la metodología conveniente para la descripción de equipos de esta naturaleza. Nos referimos al hecho de que la incorporación de la moderna tecnología que utiliza el montaje en plaquetas impresas e incorpora los circuitos integrados, imposibilita prácticamente la presentación de circuitos completos de televisores, porque serían inútiles por su extremada complejidad. El cirterio de separar el equipo en secciones, cada una de las cuales corresponda a un módulo separable, y tratar el circuito de cada módulo dejando los circuitos integrados que contenga en forma de bloques para ser detallados aparte, ha sido el adoptado actualmente en las publicaciones técnicas y el que hemos elegido para este libro. Claro, al final hay que interconectar esos módulos para integrar el equipo completo, y eso también deberá ser encarado ahora. Consideraremos en primer término las secciones que hemos llamado auxiliares y que no aparecieron en los capítulos precedentes: el módulo de controles y los accesorios del tubo de imagen. De todos modos es conveniente al estudiar los módulos restantes y los dispositivos auxiliares, observar también el esquema general del televisor, el cual ofrecemos en las páginas 104 y 105. Este circuito es el desarrollado por el *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas de FAPESA* y la descripción fue tomada del *Boletín de Electrónica, Año 25 N° 1-2.*

El modulo de controles

Un televisor debe ser operado por el usuario desde un lugar cómodo, generalmente ubicado en el frente del gabinete, para realizar las operaciones comunes que se requieren durante el uso normal. Hay que seleccionar un canal, graduar el volumen sonoro, a veces regular el brillo y el contraste y en algunos equipos acomodar al gusto el tono del sonido; en los equipos de color se agregan un control de saturación y un inhibidor de color y en el caso que hemos tratado hay además un control automático de sintonía (CAS). La selección de canales puede ser hecha por perilla rotativa o en forma más moderna, por botonera de presión o por controles al tacto, donde al tocar los cuadros sensibles se produce la acción de los selectores. Hay que prever también una forma de ajuste de sintonía, lo que suele llamarse *sintonía fina,* que se puede hacer mediante una perilla rotativa o, como en el caso del equipo que estamos describiendo, mediante controles individuales por canal, con potenciómetros de cursor deslizante.

El módulo que contiene el panel de controles es en nuestro caso el que se indica como N° 2 en el diagrama en bloques de la figura 51 y su esquema se muestra en la figura 90. Los componentes están agrupados en tres plaquetas impresas, denominadas así:*selector de canal, sintonía* y *plaqueta de controles.* La primera tiene 50 X 100 mm, la segunda 55 X 137 mm y la tercera 50 X 140 mm.

El selector de canales tiene una botonera provista de siete llaves marcadas *S201* a *S207,* cada una de las cuales habilita a uno de los potenciómetros de retoque de sintonía marcados *R202* a *R208* respectivamente. Las tres primeras llaves, o sea *S201, S202* y *S203* posibilitan la sintonía de cualquiera de los canales de la banda llamada baja y las restantes llaves *S204* a *S207* permiten la sintonía de los canales altos.

Para comodidad del usuario se ha implementado un sistema de preajuste de imagen, que se acciona con la llave múltiple *S209.* Esta llave, al ser presionada, reemplaza todos los ajustes del panel frontal por preajustes internos que se fijan en fábrica para dar una imagen adecuada. Tal llave puede ser incorporada o no al aparato, ya que es opcional, y se la ha denominado pintorescamente *control de pánico.* Se incorpora al equipo para que el usuario, supuesto que se confunda con el exceso de controles a su disposición, no logre una visión agradable y mediante tal agregado la obtiene programada por el armador del equipo, a su gusto por supuesto.

Otro control opcional es el *balance de blanco.* Es sabido que el sistema PAL no necesita ajuste de matiz por irregularidades en el mismo que produzcan las interferencias. No obstante, en este equipo se puede colocar un control, que es el potenciómetro *R215,* para que se pueda formar el matiz de la imagen hacia el rojo o hacia el azul según el gusto personal. La imagen correcta se produce para la posición central del cursor de ese potenciómetro.

Hay una aclaración respecto de la botonera de sintonía y es que este equipo está previsto para incorporar un sistema de *touch control,* tal como se ha dicho antes. En ese caso se reemplazan las plaquetas del selector de canales y de sintonía por las otras adecuadas y se realizan modificaciones en el circuito del módulo N° 1, que ya fueron comentadas en el capítulo 6. También hay una conexión que hacer en la fuente de alimentación, la cual fue mencionada en el capítulo 10.

Volviendo a la figura 90, en la parte inferior puede observarse un conector para el parlante, ya que resulta cómodo conectarlo aquí debido a la ubicación del mismo en el frente del gabinete, inmediatamente encima del panel de controles. También se ve la llave de encendido general, junto a la cual hay una lamparita de neón indicadora del

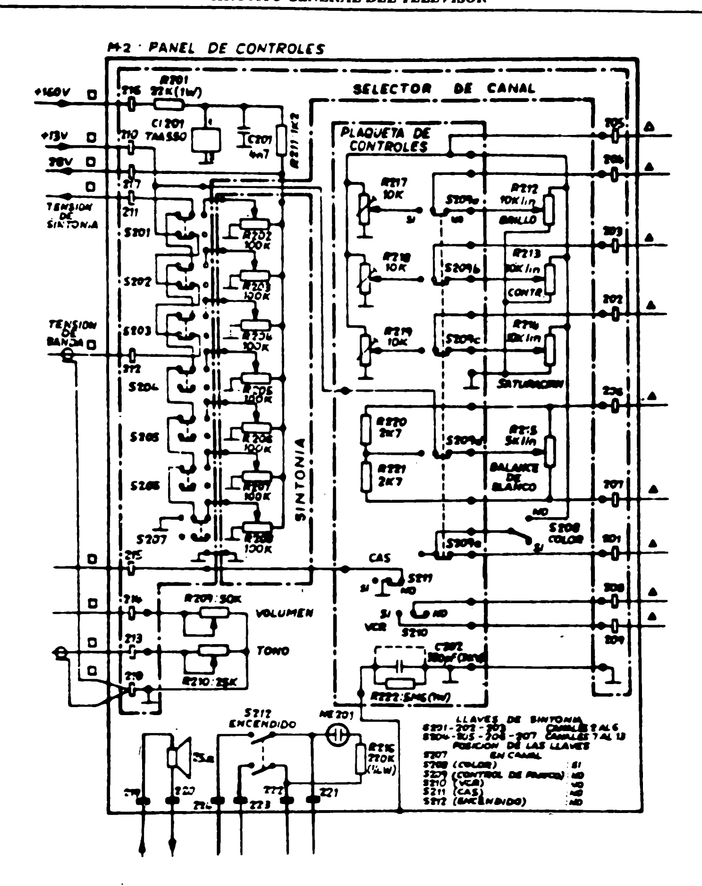


Fig. 90. – Circuito interno del módulo 2 que contiene las plaquetas correspondientes al panel de controles.

encendido en el frente del aparato. Un poco más arriba vemos los controles de tono y volumen y hacia la derecha y más arriba pueden observarse los controles de: SI-NO color, balance de blanco (opcional), saturación, contrastre y brillo.

Chispero múltiple

Nos ocuparemos ahora de otro módulo auxiliar, que en el diagrama en bloques de la figura 51 tiene el N° 5 y que puede verse en el circuito general de páginas 104 y 105 arriba a la derecha, anexado al tubo de imagen.

Dentro del tubo de imagen se producen descargas electrostáticas debido a las altas tensiones presentes. Esas descargas ocasionan frentes de tensión que se propagan por el circuito y pueden ocasionar deterioro o directamente destrucción de los semiconductores que hay en el mismo. En los viejos circuitos valvulares este asunto no se tenía en cuenta por ser ellas muy resistentes a ese fenómeno, pero desde que se incorporaron los semiconductores a los televisores apareció el problema

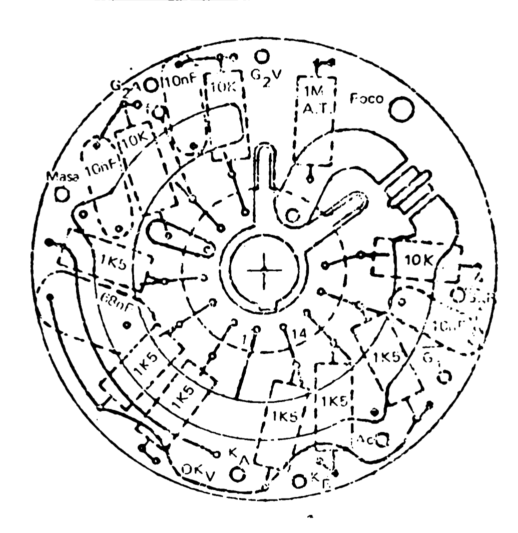


Fig. 91. – Vista en tamaño natural de la plaqueta de chisperos del lado componentes, mostrando la ubicación de los mismos.

y un equipo bien diseñado debe ofrecer un alto grado de confiabilidad. Por tal motivo en este equipo, FAPESA ha previsto la instalación de la unidad que se llamó chispero múltiple.

Las condiciones para el diseño de este chispero, comparado con los habituales en los equipos transistorizados monocromáticos, tuvieron que considerar especialmente algunas diferencias. Por ejemplo, en la grilla de foco hay una tensión de 5 KV, lo que obligó a diseñar un chispero especial para ella. Además, el tubo de 26" presenta una elevada capacitancia entre el ánodo y el recubrimiento externo, la que puede llegar a 2500 pF. Se forma así un capacitor que se carga con una EAT de 25 KV, lo que representa una apreciable energía almacenada, muy superior a la habitual hasta ahora.

Salvo los electrodos de ánodo y foco, los restantes reciben tensiones que no superan los 500 V, lo que ha permitido separar los chisperos destinados a ellos por distancias comprendidas entre 0,5 y 0,05 mm, lo que puede apreciarse en la figura 91 que muestra el chispero programado. En cambio, para el electrodo de foco se ha previsto una separación de 3,8 mm en el chispero y se ha dispuesto una ranura separadora que impida la carbonización superficial.

En la figura citada puede apreciarse que el chispero consiste en una plaqueta de forma circular que vemos en tamaño natural, y que contiene en la parte central al zócalo del tubo de imagen. En forma radial se ubican los resistores amortiguadores y los capacitores de descarga, lográndose una disposición en forma de disco chato que no ocupa un lugar apreciable. Desde la parte central vemos que hay dos salientes en forma de V que constitu-. un dispositivo anticorona. El mismo se hace necesario cuando las tensiones presentes son elevadas. La forma típica de este dispositivo permite ubicar la posición unívoca del zócalo del tubo sobre la plaqueta, pues el centro de la V marca la pata N° 9 del tubo.

La plaqueta que muestra la figura 91 tiene 85 mm de diámetro externo y 1,6 mm de espesor. Lleva 10 resistores de 1 W de disipación y 4 capacitores. Los valores de esos componentes se dan en la figura 92 que muestra al mismo tiempo las conexiones entre el chispero y las patas del zócalo del tubo. Las conexiones se realizan a través de 11 terminales para circuito impreso y vinculan esta sección con los otros módulos del equipo. Frente a cada terminal del impreso se ha dispuesto un agujero pasacable, que sirve de anclaje a los conductores de interconexión, para evitar que por un tirón se salgan de los conectores. El terminal para el electrodo de foco se halla más separado y requiere un cable similar al de conexión de la EAT que vemos en la parte superior de la figura. Abajo a la derecha tenemos la conexión de masa del acuadag, revestimiento metalizado externo del tubo. Esta conexión representa la masa general del chispero y tiene conexión al terminal 506 de la plaqueta para poder unirla a masa del equipo.

Fig. 92. – Circuito eléctrico de la plaqueta impresa correspondiente al chispero múltiple, que contiene además el zócalo del TRC.

El yugo para la deflexión

Las bobinas para la deflexión horizontal, la vertical y el juego de bobinas que se ha denominado de 4 polos, destinado a la corrección de tolerancias, se montan dentro de una carcasa plástica, de manera que tales bobinas puedan ser desplazadas en los sentidos axial y radial según convenga. Tal conjunto debe ser calzado en el cuello del tubo y corrido hasta el ensanchamiento del cuerpo del mismo hasta que presione sobre un aro marcado

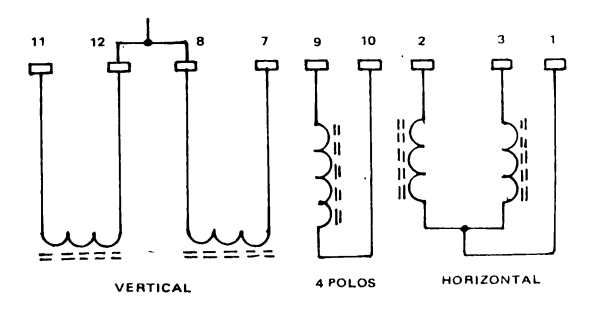


Fig. 93. – Esquema eléctrico del yugo de deflexión que contiene además la bobina de cuatro polos.

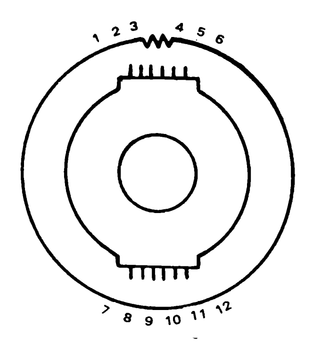


Fig. 94. – Ubicación de terminales, vistos del lado del cuello, del yugo deflector.

en el vidrio, cuidando que la guía que tiene la carcasa coincida con la marca existente en el tubo.

La fijación de la carcasa plástica se hace con un tornillo colocado en la parte posterior, cuya cabeza se hace visible moviendo la palanca de ajuste axial hasta que por la abertura se observe la cabeza de tal tornillo.

El esquema de conexiones del yugo deflector puede verse en la figura 93 que muestra en mayor tamaño el esquemita que aparece a la derecha en el circuito general. Los terminales están numerados y su ubicación real se indica en la figura 94, vistos desde el lado del zócalo.

El montaje del yugo en el cuello del tubo ya ha sido mencionado pero es interesante observar la posición del mismo que muestra la figura 95 y la aplicación de la corona de ajustes de pureza y convergencia estática. Se observa la palanca de fijación del yugo, con sus posiciones de trabado y destrabado, a la izquierda; el saliente en forma de flecha que indica la parte que corresponde a la posición superior y las orejas del disco que realiza el ajuste de pureza radial y axial. Luego ya hacia el centro vemos el tornillo de fijación del yugo y a la derecha la corona de ajustes que tienen los discos movibles de variación de posición para actuar sobre los bobinados de dos polos y cuatro polos, cuya acción ha sido descripto oportunamente. Hay un disco corona de tres salientes que fija

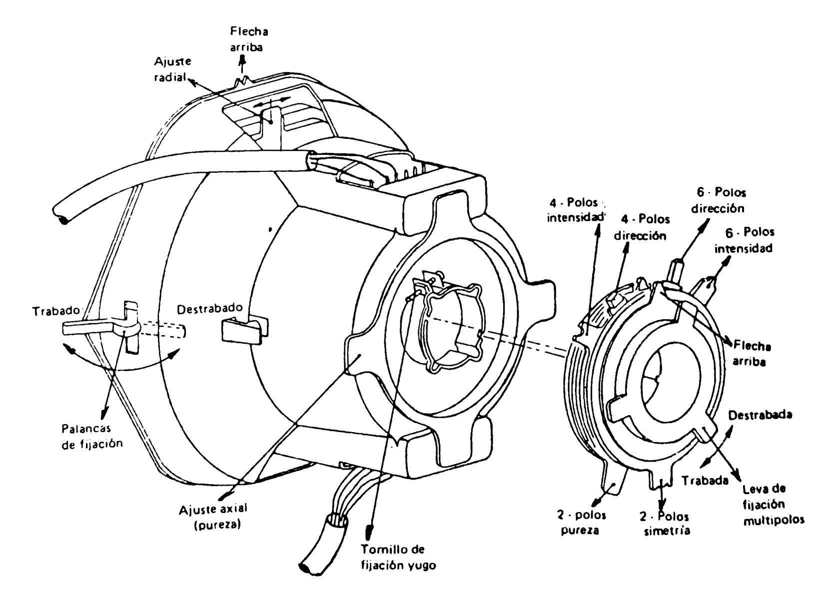


Fig. 95. – Vista del conjunto que forman el yugo deflector y la corona para ajustes de pureza y convergencia estática y manera de colocar ambas piezas en el yugo.

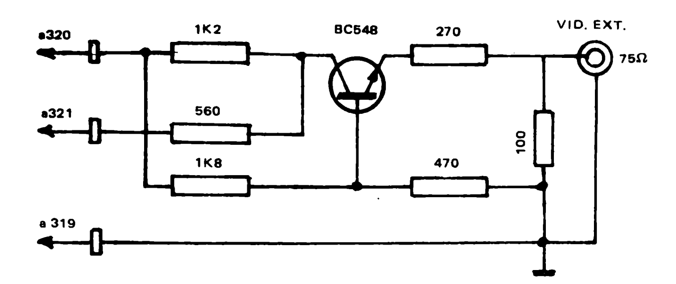


Fig. 96. – Circuito interno de la pequeña plaqueta para entrada de señal externa de video.

los otros discos una vez hecho el ajuste de convergencias.

En el capítulo de calibración tendremos oportunidad de volver sobre este tema para detallar la operación que se realiza en esta parte del equipo.

Entrada de video externo

En los últimos tiempos hemos podido observar en vidrieras de negocios del ramo unos equipos pasa-cassettes que tienen grabados programas de televisión. Esta novedad ya conocida en varios países permite pasar por un televisor un programa ya grabado, pero para ello debe estar prevista la entrada de señal externa de video. El equipo que estamos describiendo tiene prevista, como opcional, tal entrada y la misma puede verse en el circuito general de páginas 104 y 105, inmediatamente arriba del módulo N° 3 que corresponde al decodificador. Este rectángulo, cuyo esquema interno repetimos en la figura 96 por razones de claridad, contiene los elementos para inyectar señal externa de video en el módulo ya mencionado de matrizado, precisamente en los terminales 319, 320 y 321 del mismo.

La entrada está prevista para impedancia de 75 Ohm, que es la cifra común usada en estos casos y requiere señal de video con pulsos hacia el negativo. Para interconectarla con el circuito general debe removerse el conector que proporciona la señal desde el módulo de FI de video, terminales 319, 320 y 321, y reemplazarlos por el conector de la plaquetita mencionada. Resultará simple insertar un dispositivo que permita enchufar y desenchufar el modulito cada vez que se desee pasar un programa de video-cassette, cortando la llegada de señal del módulo 1 principal.

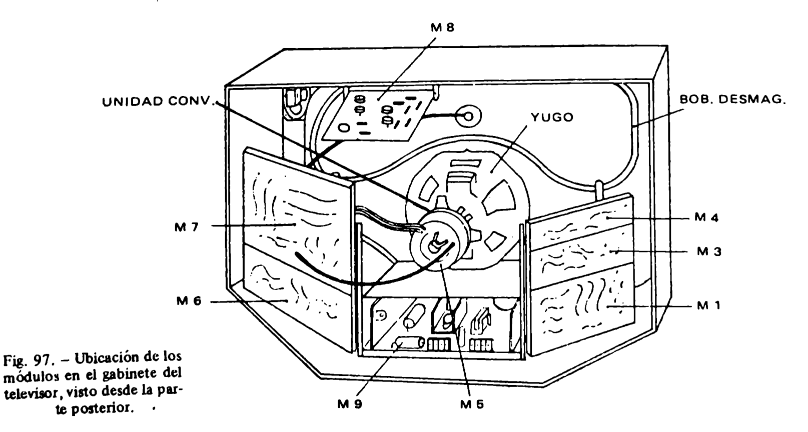


Fig. 97. – Ubicación de los módulos en el gabinete del televisor, visto desde la parte posterior.

El circuito general

Ha llegado el momento de reemplazar en nuestra visión del televisor policromático que estamos describiendo, la figura 51, que daba el diagrama sintético, por el circuito general que hemos presentado en la doble página 104 y 105. Vemos allí los nuevos módulos y algunos accesorios que lo integran, y dentro de cada uno se distinguen los esquemas parciales. Para poder analizarlos conviene hacerlo en los circuitos de mayor tamaño que se han visto en los capítulos 6 al 10, a saber:

- Módulo 1: Módulo de señal, figura 52 A y B.
- Módulo 2: Panel de controles, figura 90.
- Módulo 3: Decodificador PAL-N, figura 57.
- Módulo 4: Matriz y salida de video, figura 61.
- Módulo 5: Chispero múltiple, figura 92.
- Módulo 6: Deflexión vertical, figura 77.
- Módulo 7: Deflexión horizontal, figura 65.
- Módulo 8: Correctores de tolerancias, figura 73.
- Módulo 9: Fuente general de alimentación, figura 83.

A cuya nómina puede agregarse el circuito del yugo, figura 93 y el de la plaqueta auxiliar para entrada de video externo, figura 96.

Las interconexiones entre las diversas plaquetas, que se hacen con cables que tienen en sus extremos terminales enchufables, pueden apreciarse en el circuito general y cabe advertir que para realizarlas deben seguirse con mucho cuidado, pues son muchas y no debe cometerse ni un solo error. Felizmente, podemos dar al circuito mostrado en las páginas 104 y 105 un carácter ilustrativo, pues al adquirir un conjunto modular el mismo viene provisto de un esquema de interconexiones preparado por la fábrica. La ventaja de tal esquema es que ubica los terminales a interconectar en el lugar de la plaqueta en que realmente están, vistos del

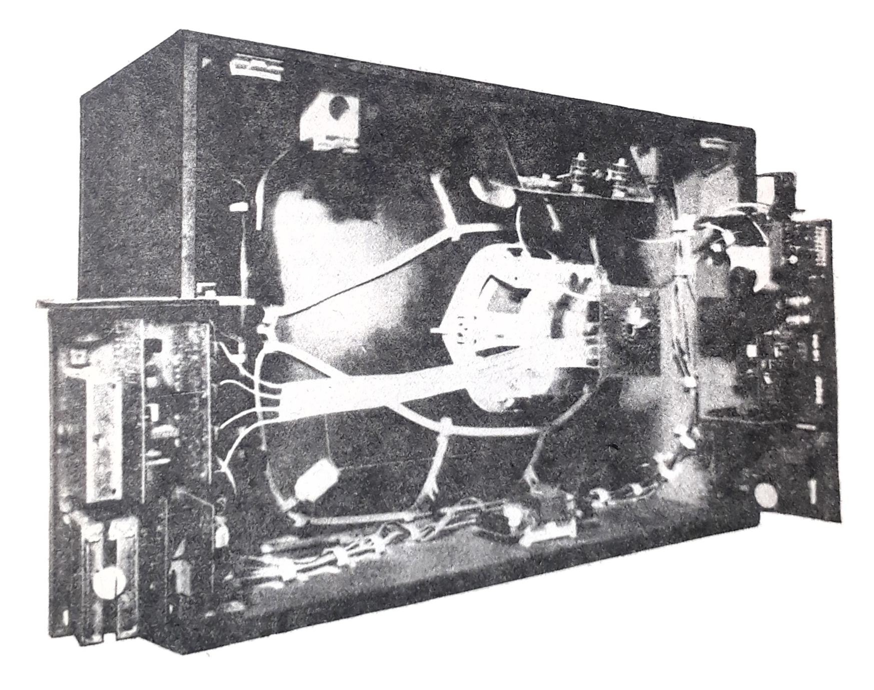


Fig. 98. – Esta foto permite apreciar al televisor policromático desde la parte trasera, con algunas plaquetas rebatidas.

lado componentes. Nosotros hemos visto esas plaquetas y se ha comprobado que la ubicación de los terminales difiere de la presentada en los esquemas teóricos, para evitar la deformación de los mismos. Para el trabajo de interconexión es indispensable el diagrama de plaquetas con las posiciones reales de los terminales.

En el circuito general se ven muchos diagramas oscilográficos que muestran la señal visualizable en el punto indicado. Esto es para orientar sobre el resultado de un análisis y ayudar en la operación de calibración, la que será nuestro tema para el próximo capítulo. También se indican los puntos de prueba, las tensiones presentes en los terminales de alimentación y unos símbolos que señalan en cada extremo de interconexión al cable que la realiza. Iguales símbolos corresponden a extremos de un mismo cable interconector.

Ubicación de las plaquetas

Para facilitar la tarea del ajuste y de la reparación, en este televisor se ha pensado en una ubicación lateral de la mayoría de los módulos, y afirmándolas mediante abisagrado a los costados del gabinete. La figura 97 da una idea de la ubicación de los distintos módulos. Se observa a la derecha una pila de tres módulos que son los 1, 3 y 4, o sea el de señal abajo, el decodificador en el centro y el de matriz y video arriba. En el costado izquierdo vemos dos módulos, que son los 6 y 7, o sea la deflexión horizontal arriba y la vertical abajo. Arriba del tubo puede verse el módulo 8 que es la corrección dinámica de tolerancias y abajo en el piso, se ubica el módulo 9, la fuente de alimentación. El módulo 5 de chisperos debe estar lógicamente en el extremo del cuello del tubo y el panel de controles no se ve por estar contra el frente del gabinete.

Una visión más realista del conjunto la proporciona la figura 98, pues se notan en cada una de las secciones las ubicaciones de sus componentes más grandes, lo que da una idea de volúmenes. También se nota que las plaquetas son rebatibles, detalle que permite realizar muchos de los ajustes observando al mismo tiempo la pantalla frontal, detalle muy importante. Esta operación se realizaba comúnmente con ayuda de un espejo, pero es fácil entender que las plaquetas rebatibles son una mejor solución al problema.

Día 12

Hemos terminado la descripción detallada del televisor de color del tipo modular que se eligió para que sirva de ejemplo práctico o modelo, a fin de que el lector tenga una orientación precisa sobre el funcionamiento de un equipo reproductor de imágenes policromáticas a partir de una señal captada en la antena. De acuerdo con la tendencia actual generalizada en la electrónica, los equipos se presentan en secciones armadas sobre plaquetas impresas, en cuyos orificios se montan los componentes soldándolos; cada sección no requiere realizar conexiones, pues la plaqueta ya las tiene, pero deben hacerse las interconexiones entre plaquetas para integrar el equipo. Esta última parte es la que vimos en la jornada pasada, o sea que suponiendo que se deseaba tener un televisor completo, ya lo hemos logrado. Pero no ha terminado la tarea, pues si bien los componentes tienen los valores adecuados, muchos de ellos son pasibles de ajustes; los potenciómetros de preajuste, los núcleos de las bobinas y otros elementos deben ser llevados a puntos con ciertos valores exactos para que se cumplan determinadas condiciones, muchas de las cuales han sido definidas durante la descripción. Esas operaciones en conjunto constituyen lo que se denomina generalmente calibración del equipo y es lo que nos ocupará en el presente capítulo. Es evidente que tal calibración se explicará para realizarla en el mismo conjunto cuya descripción hemos visto, pero el relato servirá para encarar similar situación con otros equipos, los que no pueden ser muy diferentes ya que tienen el mismo objetivo.

CALIBRACION DEL TELEVISOR DE COLOR

Todos los que han tenido que construir o arreglar un aparato electrónico como sería un amplificador, un receptor de cualquier tipo de señales o un televisor, que es también un receptor pero que siempre se lo ha considerado formando un grupo aparte, saben que no se puede pretender que los componentes ajustables puedan dejarse en la forma como se adquirieron. Por ejemplo, los transformadores de F.I. de un receptor vienen precalibrados de fábrica, pero al conectarlos en el equipo sufren la influencia de los otros componentes y debe procederse a retocar la posición de los núcleos para que se produzca una real coincidencia entre las frecuencias de resonancia entre ellos. Es así como debemos inyectar una señal, retocar los núcleos y comprobar de alguna manera cuando se logra el máximo rendimiento. Otras veces no se trata de buscar un máximo sino un mínimo, como es el caso del ajuste de las trampas de onda que deben impedir al máximo el paso de una señal determinada. Y otras veces la operación de calibración busca que se cumpla otra condición que lograr un máximo o un mínimo en el valor de una magnitud.

Lo que antecede define una operación múltiple que consiste en ajustar el elemento variable de cada componente previsto para tal trabajo, hasta lograr que se cumpla una condición prefijada. Si en el caso de los receptores para onda larga se había llegado a lo que se llamó *calibración a oído*, o sea sin instrumental, cuando nos referimos a la calibración de un televisor policromático la cordura nos dice que no se puede pensar en accionar piezas móviles de componentes ajustables sin disponer de los medios idóneos para tal tarea. O sea que se requiere instrumental adecuado para la calibración. Y tal instrumental debe ser acompañado con accesorios y herramientas elegidos de tal manera que se cumpla adecuadamente con una operación prolijamente programada.

Instrumental necesario

Encararemos la calibración del televisor policromático que estamos describiendo, que como

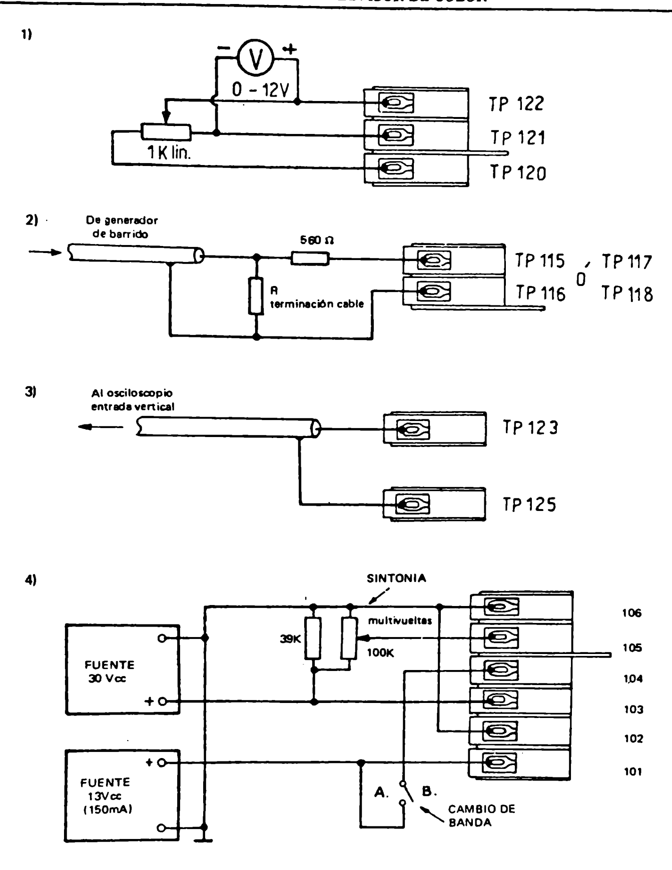


Fig. 99. – Accesorios para agregar al instrumental de calibración del televisor policromático que se describe en el texto.

hemos dicho se trata de un modelo programado por el *Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas de FAPESA*, tomando la descripción de las operaciones del *Boletín de Electrónica FAPESA, año 25, Nº 1-2.* Se recomienda el siguiente instrumental:

- Un transformador separador 220 Vca a 220 Vca, con baja resistencia interna.
- Un transformador para 220 V variable, capaz de manejar 400 W, con baja resistencia interna.
- Una bobina desmagnetizadora de aproximadamente 500 Amper-vueltas. Diámetro 27 cm – 125 vueltas de alambre aislado de 0,5 mm² de sección (aproximadamente 3 Ohm) alimentada con 12 Vca.
- Multímetro de alta impedancia de entrada con escalas hasta 1000 V.
- Un generador de *pattern* de color, adaptado a normas PAL-N.
- Un generador de barrido-marcador con marcas en 47,25 – 45,75 – 41,25 – 42,50 – 42,17 MHz.

Un generador para VHF.

- Un osciloscopio banda ancha (10 MHz) con 10 mV de sensibilidad.
- Voltímetro con 100 MΩ de impedancia de entrada.
- Una lámpara de 150 W, 220 V.
- Una fuente 30 Vcc.
- Una fuente 13 Vcc mayor o igual a 150 mA (para señal).

El instrumental mencionado se complementa con un juego de accesorios que se ilustran en la figura 99 y que se han numerado del 1 al 4 y así serán citados al describir las operaciones. En los dibujos presentados se muestra a la derecha un grupo de terminales de plaquetas a los cuales se conecta el instrumental en la forma señalada y que será mencionado en cada caso.

Las operaciones a realizar durante la calibración que se vinculen a los módulos serán referidas a la figura 100, que muestra al televisor desde atrás, con las plaquetas vistas desde el lado cobre. Los módulos que mostramos oportunamente en la figura 51 se habían numerado del 1 al 9 y así los vemos en la figura 100. Las posiciones de los mismos habían sido mostradas en la figura 97 y aquí se repiten. A partir de ahora se describirá la calibración de cada sección, designando a los módulos como *M1*, *M2*, etc. hasta *M9*.

Verificación de magnitudes

La verificación general de tensiones y corrientes en las condiciones de trabajo estipuladas deben hacerse para tensión nominal de la red 220 Vca y en caso de no verificarse la condición, usar un estabilizador. La tensión de la pata 13 del transformador de salida horizontal será ajustada a +146V para corriente nula de haz y estando el equipo en condiciones correctas de funcionalidad (ancho, altura, linealidad, etc.). Los valores a obtener se dan para las dos condiciones límites de la corriente del haz en el TRC, en la tabla adjunta.

Corriente del haz en el TRC	50 μA	1100 μA
EAT	25 kV	22,4 kV
Corriente de deflexión pico a pico	6,3 A	6,2 A
Corriente de colector BU208		
+ Ic pico	4 A	4,1 A
− Ic pico	2,4 A	2,5 A
Tensión pico colector-emisor-BU208	1200 V	1140 V
Tensión de foco	4,1 kV	3,8 kV
Tensión media del colector del BU208	143 V	139 V
Tensión de alimentación de video	224 V	222 V
Tensión de fuente	159 V	159 V
Tensión alimentación horizontal pata 13-trans./sal.	146 V	142 V
Tensión fuente de baja tensión	15,9 V	15,4 V
Tensión fuente para vertical	34,3 V	33,2 V
Tensión de alimentación para grilla N° 2 (C728)	1360 V	1100 V
Corriente media de colector de BU208	1050 mA	1150 mA
Corriente media de fuente de 159 V	610 mA	760 mA
Corriente media del excitador horizontal	37 mA	36 mA
Corriente media de fuente de 225 V	47 mA	47 mA
Corriente media de la fuente de baja tensión	349 mA	351 mA
Corriente media de fuente vert.	650 mA	640 mA
Corriente media de etapa de video	11 mA	10 mA
Corriente media de excitador E-O-Terminal 706	110 mA	105 mA
Impedancia interna EAT	2,36 MΩ	

Calibración del canal de FIV (módulo 1)

Para esta operación usaremos el generador con barrido marcador y el osciloscopio. Se recomienda que durante el armado del televisor se dejen sobrantes de los terminales de *C129* del lado cobre; si no se hubiera procedido así debe hacerse un puente para poner a este capacitor en corto y con ello quedará también en corto la bobina *L106*, como se puede comprobar en la figura 52A. Este corto será eliminado después. Las operaciones a realizar son:

- Conectar el accesorio N° 4 en los terminales indicados (101 al 106).
- Ajustar el generador de barrido a 10 MHz de ancho de barrido, con la frecuencia central en 44 MHz.
- Ajustar la salida de RF en 60 mVrms aprox.
- Rotar el cursor del potenciómetro *R114* hasta el tope en dirección de la flecha (al positivo).
- Conectar el accesorio N° 1 a Tp (120-121-122) y ajustar la tensión a 4,7 V aproximadamente. (Es la tensión de CAG exterior).
- Ajustar el osciloscopio para visualizar 0,2 V p-p en corriente alternada y conectarlo a Tp125-Tp123 mediante el accesorio N° 3.
- Dejar libre el terminal N° 107.
- *L106* debe estar en corto circuito (alambres de *C129*).
- Conectar el generador de barrido a Tp (116-115) mediante el accesorio N° 2.
- Estando la base de tiempos del osciloscopio en

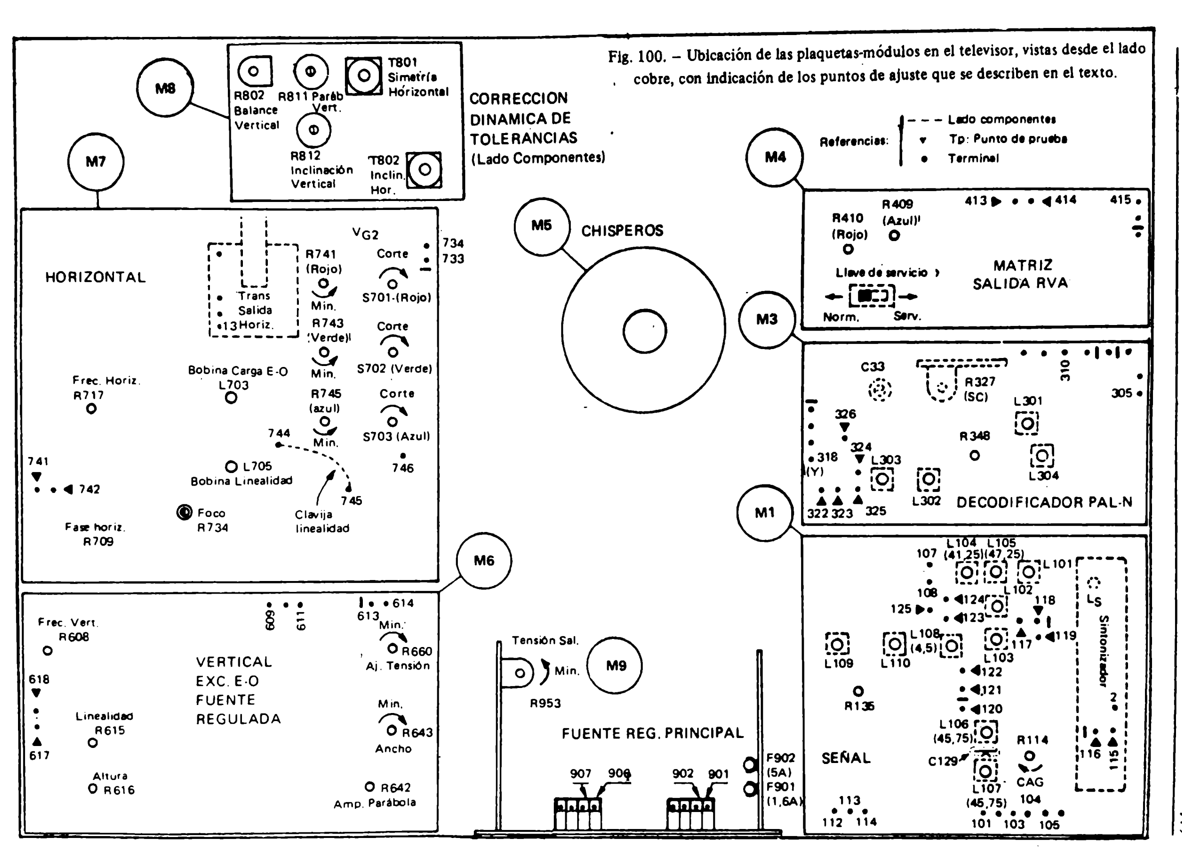


Fig. 100. – Ubicación de las plaquetas-módulos en el televisor, vistas desde el lado cobre, con indicación de los puntos de ajuste que se describen en el texto.

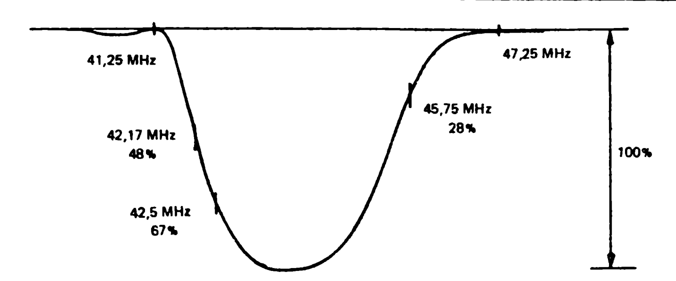


Fig. 101. – Curva oscilográfica que se obtiene durante el ajuste de la FIV.

la misma frecuencia y fase que el barrido del generador de RF, se verá en la pantalla de aquel una curva que inicialmente no tendrá una forma definida.

- Ajustar los núcleos *Ls* (salida FI del sintonizador) *L101-L102* y *L103* hasta obtener importante amplitud en el entorno de los 44 MHz.
- Ajustar las trampas: *L105* en 47,25 MHz y *L104* en 41,25 MHz.
- Si la curva aparece con ruido, retocar el potenciómetro del accesorio N° 1 hasta minimizar el mismo.
- Ajustar los atenuadores de salida del generador de barrido hasta que la amplitud de la curva tenga aproximadamente 0,2 V pico a pico.
- Asegurarse de que no se esté recibiendo alguna señal indeseada moviendo la sintonía (variando la tensión V_s en terminal 105 de plaqueta entre 0 y 28 V).
- Mediante los núcleos de *Ls* – *L101* – *L102* y *L103* conformar la curva según la Fig. 101.
- Comprobar el ajuste de las trampas ampliando las zonas correspondientes mediante una reducción del barrido y aumento del nivel de salida de RF.
- Verificando la ubicación de las portadoras se termina la calibración de los circuitos pasabanda de FIV:

  Luminancia – 45,75 MHz – al 28%
  Crominancia – 42,17 MHz – al 48%

Nota

Estando el circuito resonante de referencia del detector sincrónico en corto circuito, la detección se produce por alinealidad.

Este tipo de detección sigue una ley aproximadamente cuadrática que da por resultado una compresión de señales detectadas. Dicha compresión aumenta con el disminuir de la amplitud de la señal a detectar.

Esta es la razón por la cual las portadoras de luminancia y crominancia están al 28% y 48%, respectivamente, en lugar de 50% y 70%.

Cuando estas mismas señales sean detectadas linealmente, por operación normal del detector sincrónico, las portadoras estarán correctamente ubicadas.

Ajuste de la bobina de referencia L106

- Ajustar el ancho de barrido del generador a 5-6 MHz con el centro de barrido en 45,75 MHz aproximadamente.
- Ajustar el nivel de salida de RF del generador a 20 mVrms aproximadamente y conectar la salida a Tp (118-117) mediante el accesorio N° 2.
- Bajar a 4,4 V la tensión de CAG exterior (accesorio N° 1).
- Atornillar el núcleo de *L107* totalmente en la bobina (máxima *L*).
- Eliminar el corto circuito de *L106* (cortar los alambres sobrantes de *C129*).
- En el osciloscopio aparecerá una curva.
- Ajustar el núcleo de *L106* hasta hacer coincidir el pico de la curva con la marca 45,75 MHz (figura 102). Durante el ajuste mantener la amplitud de la curva en observación en aproximadamente 0,2 Vpp mediante los atenuadores del generador de barrido o mediante el potenciómetro en accesorio N° 1 (tensión de CAG).
- Desconectar los instrumentos y accesorios utilizados.

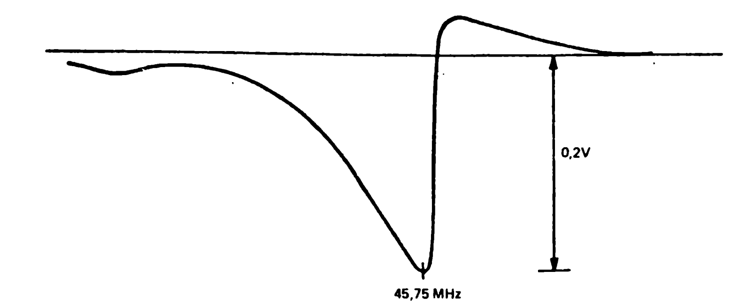


Fig. 102. – Segunda curva oscilográfica que se obtiene durante el ajuste del canal de FIV.

Puesta en marcha y ajuste de la fuente (Módulo 9)

Una vez verificado el armado, la puesta en marcha se realiza de la siguiente forma:

- Girar el pre-set *R953* en el sentido de la flecha (tensión de salida mínima).
- Conectar en la salida de la fuente (terminales 906 y 907) una lámpara incandescente de 150 W y un multímetro en una escala mayor a 160 Vcc.
- Conectar la fuente (terminales 901 y 902) a la red de 220 V-50 Hz.
- Verificar que la tensión de salida sea aproximadamente 130 V.
- Girar el pre-set *R953* hasta obtener la tensión de salida nominal de 160 V.
- En caso de que los fusibles (*F901* y/o *F902*) "salten" conviene revisar la fuente, especialmente el BU126 y circuito sensor de corriente antes de reponerlos.
  No reponer fusibles por otros de mayor corriente.

Verificación de la regulación.

- Conectar la fuente a la red a través de un transformador variable.
  Variar el transformador entre 170 y 250 Vca. La tensión de salida deberá permanecer en la tensión nominal ± 0,6 %.
- Desconectar la fuente de la red.

Puesta en marcha y pre-ajustes del receptor completo

Antes de poner en funcionamiento el televisor en conjunto, es conveniente hacer un riguroso examen visual y de ser posible una prueba dinámica de las plaquetas impresas y de los sub-conjuntos.

Cualquier componente principal que sea posteriormente intercambiado, obligará a realizar un reajuste.

Operaciones previas al arranque

Plaqueta horizontal. Colocar en su posición media los pre-set de la plaqueta de horizontal (M 7). Ver figura 100 a saber:

R717 – frecuencia horizontal
R709 – fase
R734 – ajuste de foco
R741 – control de Vg2 – Rojo
R743 – control de Vg2 – Verde
R745 – control de Vg2 – Azul

Bobina E-O – L703 posición del núcleo para máxima inductancia.

Llaves S701 - S702 - S703 puestas a masa. (Haz cortado).

Clavija de linealidad colocada en terminal 745.

Plaqueta de tolerancias M8. Todos los pre-sets y potenciómetros centrados. Las bobinas *T801* y *T802* con núcleo centrado.

Plaqueta vertical M6. Todos los pre-sets centrados, menos *R643* y *R660* que deben llevarse a mínimo (girar en el sentido de la flecha).

Decodificador M3. Los pre-sets centrados y las bobinas en la posición de preajuste de fabricación (no tocar).

Matriz M4. Colocar a todos los pre-sets centrados. Llave de servicio en "normal".

*Sonido M*1. Pre-set centrado – *R135*. Bobinas en posición de preajuste de fabricación. No tocar.

*Panel frontal M*2. *S207* – apretada. *S208* – Si. *S209* – No. *S210* – No. *S211* – No. Colocar todos los potenciómetros a mínimo.

Yugo – Ver figura 103 (para montaje ver distribución de plaquetas y montaje general). Palancas de fijación *5* apretadas hacia la carcaza.

Unidad multipolos (Para montaje ver figura 103). Todas las palancas colocadas en su posición central *8* (Dirección de la guía).

- Verificar la conexión del "chupete" de alta tensión. El manipuleo de la EAT se hace peligroso por ser una fuente de 25 KV de baja impedancia interna.
- Verificar especialmente la polaridad de los diodos de las plaquetas.
- Verificar la masa de los chisperos y el acuadag. Ninguna parte metálica del tubo debe tener retornos a masa salvo el efectuado a través del acuadag, a menos que se estipule especialmente lo contrario.
- Verificar que el conector del yugo se encuentre colocado y en su posición correcta, al igual que los demás conectores.
- Verificar conexión de cable del foco.
- No probar alta tensión con destornillador.
- Colocar la plaqueta de tolerancias hacia arriba para facilitar el ajuste.

Operaciones para el arranque

1 Aplicar una señal de "cross-hatch" a través de antena por canal 10.

2 Colocar un multímetro en el terminal 13 del transformador de salida horizontal (*M7*) – (Escala 200 Vcc) – Ver figura 100.

3 Alimentar el receptor con un transformador separador 220 Vca a 220 Vca.

4 Encender el equipo. Debe aparecer oscilación horizontal, encendido del tubo y crepitar de alta tensión.

En caso de que se produzcan varios intentos de arranque de la fuente: *Apagar el receptor.* Revisar conexionados, cables y módulos que son alimentados por la fuente.

5 Ajustar con *R953* (*M*9) hasta que la tensión indicada por el multímetro sea de 146 V.

6 Ajustar con *R660* (*M*6), la tensión en el terminal 614 (M 6) en 13 V.

7 Pasar las llaves *S701* – *S702* y *S703* a la posición opuesta.

8 Mover los controles de brillo y contraste, hasta que aparezca brillo en la pantalla.

Pre-Ajustes

1 Verificar tensiones de alimentación – (ver figura 100).

Módulo	Terminal	Tensión
M-7	734	+160 V
M-7	733	+225 V
M-6	611	37 V
M-6	613	16 V
M-6	609	33 V
M-4	415	225 V
M-3	310	13 V
M-3	305	11,8 V
M-1	103	30 V
M-1	112	37 V
M-1	101	13 V

2 Sintonizar canal 10 con *R208* (corresponde a la llave 207 ya presionada).

3 *Sincronismo vertical:* Cortocircuitar los terminales *617* y *618* (M-6) ver figura 100. Ajustar frecuencia con *R608* hasta "detener" el vertical. Eliminar corto.

4 *Sincronismo horizontal:* Cortocircuitar los terminales *741* y *742* (M-7) – ver figura 100 – Ajustar con *R717* la frecuencia libre hasta sincronizar el horizontal. Eliminar corto.

5 *Altura/E-O/Ancho:* Siguiendo la secuencia Altura, E-O y ancho. Ajustar Altura con *R616* y Ancho con *R643* hasta cubrir la pantalla. Con *R642* corregir E-O hasta que las líneas verticales ubicadas a ambos lados de la pantalla sean rectas (M-6).

6 *Foco* (M-7) – Ver figura 100. Colocar brillo a mínimo y contraste a máximo.

Ajustar foco con *R734* hasta que las líneas verticales en el centro de la pantalla sean lo más finas posibles.

7 *Línea horizontal:* Unidad multipolos – ver figura 103 – Moviendo la guía del imán de simetría ⑦ debe obtenerse la línea horizontal central lo más recta posible (si fuera necesario, tomar como referencia la línea verde).

8 *Posición de la imagen:* Yugo – ver figura 103 – girar las bobinas de deflexión con la guía de ajuste radial ②hasta que la imagen quede derecha. Colocar luego las palancas de fijación a 45°.

9 *Verificar bobinas de desmagnetización automática:* Para verificar si las bobinas de desmagnetización están correctamente conectadas desoldar ambos terminales que las alimentan de la fuente. Colocar en su lugar un transformador variable e ir aumentando la tensión desde 0 V hasta que por el conjunto circule 1,5 A. Están correctamente conectadas cuando se produce una deformación simétrica respecto de la línea vertical central cross-hatch. Esta no debe deformarse. La operación de prueba no debe durar más de 10 segundos.

Ajustes finales

Los ajustes que se dan a continuación deben hacerse con el equipo térmicamente estabilizado. Dejar funcionando entre 10 y 15 minutos.

CAG – Trampa de 4,5 MHz – FIS – Audio

Ajuste del CAG del sintonizador (M-1) Ver figura 100:

- Rotar *R114* a tope en sentido contrario a la flecha. Verificar que la llave CAS esté en posición NO.
- Sintonizar un canal libre.
- Mediante un generador de RF no modulado, inyectar en antena – 300 Ohm, 3 a 4 mVrms.
- Conectar un voltímetro (alcance 12 V) en *TP122* y masa.
- Corregir la sintonía para mínima indicación del voltímetro.
- Pasar el voltímetro a terminal 2 del sintonizador.
- Ajustar *R114* al punto en el cual la tensión leída (5 V) comienza a disminuir.

Nota

No disponiendo del generador VHF, *R114* podrá ajustarse como sigue: Sintonizar una emisora de mediana intensidad. Rotar *R114* a tope en el sentido de la flecha.

Se verá la imagen con ruido. Girar *R114* hasta la desaparición del ruido. Seguir girando en el mismo sentido 1/4 de vuelta más, aproximadamente.

Ajuste de la trampa de 4,5 MHz (M-1). Ver figura 100.

- Sintonizar una emisora, en blanco y negro.
- Desintonizar hacia el sonido, hasta la aparición de la interferencia de 4,5 MHz.
- Ajustar *L108* hasta la desaparición de dicha interferencia.

Calibración del canal de FIS

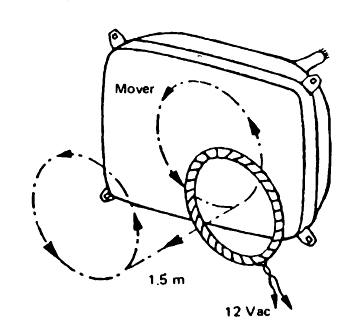
- Sintonizar una emisora local.
- Ajustar *L109* a máximo sonido y mínima deformación.
- Atenuar la señal de antena hasta escuchar audio con soplido. (Eventualmente desintonizar la recepción hacia el lado opuesto al sonido hasta escuchar soplido).
- Ajustar *L110* a mínimo soplido y máximo sonido.

Ajuste del amplificador de audio

- Desconectar el altoparlante y en su lugar conectar un resistor de 25 Ohm. (Terminales 219-220).
- En paralelo al resistor conectar un osciloscopio.
  Recibiendo una señal de TV, aumentar el volumen hasta observar recortes en el osciloscopio.
- Ajustar *R135* hasta conseguir que el recorte se produzca simultáneamente en los picos positivos y negativos.

Desmagnetización

Apagar el equipo, retirar objetos metálicos, imanes, etc. Luego con una bobina de 500 Ampervueltas pasar alrededor de todas las partes metálicas del gabinete. Colocar la bobina paralela a la pantalla del tubo y moverla despacio, haciéndo círculos frente a la pantalla e ir alejándose de ésta hasta 1,5 m. y desconectarla.



Convergencia estática

Los ajustes de convergencia y pureza deben realizarse con poca luz ambiental.

Para este ajuste mirar *solamente el centro de*

la pantalla. Se opera sobre la unidad multipolos, figura 103.

1 Colocar una imagen con "cross-hatch" y cortar color.

2 Cortar el cañón verde con *S702* (M-8). Fig. 100.

3 Colocar la guía de "intensidad" de 4 polos (marrón)⑨en una posición extrema.

4 Con la guía "Dirección de 4 polos (transparente) ⑩ hacer que converjan los haces rojo y azul, en el sentido horizontal o vertical.

5 Moviendo ambas guías, mantener la convergencia ya lograda y conseguir la convergencia *S702* en el sentido restante.

6 Encender el cañón verde llave *S702.*

7 Colocar la guía de "intensidad" de 6 polos (marrón) ⑪ en una posición extrema.

8 Con la guía de "dirección" de 6 polos (transparente) ⑫ hacer converger los haces R/A con el verde, en el sentido vertical u horizontal.

9 Moviendo ambas guías, mantener la convergencia lograda y hacer converger en el otro sentido. Debe lograrse convergencia completa en el centro de la pantalla.

Pureza de color

1 Aplicar con el generador una imagen blanca.

2 Cortar los cañones verde y azul con *S702* y *S703* respectivamente (M-7) - Ver figura 100.

3 Colocar un brillo bajo (corriente de haz 200 μA). Dejar durante 10 minutos para que la máscara se estabilice térmicamente.

4 Colocar las bobinas de deflexión contra el tubo, tanto como sea posible, con las levas de ajuste axial⑥ver figura 103.
Aparecerá una región vertical roja entre dos zonas coloreadas.

5 Ajustar el imán de pureza⑦figura 103 de forma tal que la región vertical roja quede ubicada en el *centro* de la pantalla.

6 Mover las levas de ajuste axial⑥figura 103, para desplazar las bobinas de deflexión, de forma tal que las zonas coloreadas desaparezcan *justo al mismo tiempo.* Si esto no ocurre retocar el imán de pureza⑦convenientemente y repetir desde el paso 4. Finalmente se obtendrá una superficie roja uniforme en toda la pantalla.

7 Verificar la pureza para los campos azul y verde. Si fuese necesario retocar levemente el imán de pureza⑦

8 Activar todos los cañones para obtener un campo blanco. Colocar las palancas de fijación⑤figura 103, contra el tubo.

Ajuste final estático

1 Colocar una señal con "cross-hatch".

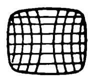
2 Verificar la convergencia en el centro de la pantalla.

3 Si fuera necesario hacer pequeños retoques de las unidades de 4 polos y 6 polos.

Geometría del raster

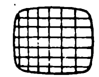
1 De ser necesario ajustar ancho con *R643* (M-6). Ver figura 103.

2 De ser necesario ajustar *R642* (corrección E-O) hasta suprimir el efecto "almohadilla" horizontal.



3 Ajustar linealidad horizontal con *L705*, manteniendo la clavija móvil en el terminal 745. Cambiar ahora la posición de la clavija al terminal 746 o bien al 744, ajustando *L705* nuevamente.
De las tres posiciones se adoptará le mejor.

Importante: no usar herramientas metálicas para ajustar *L705.*



4 Ajustar fase horizontal con *R709* (M-7).

5 En condiciones de bajo brillo reajustar ancho con *R643* hasta obtener un sobrebarrido del 6%.

6 Ajustar altura con *R616* (M-7) y linealidad vertical con *R615* (M-6).

Verificación: Inspeccionar cuidadosamente la imagen y eventualmente repasar el ajuste que corresponda.

Corrección dinámica de tolerancias

1 Mantener la señal con "cross-hatch".

2 Cortar el cañón VERDE con *S702* (M-7). Ver figura 103.

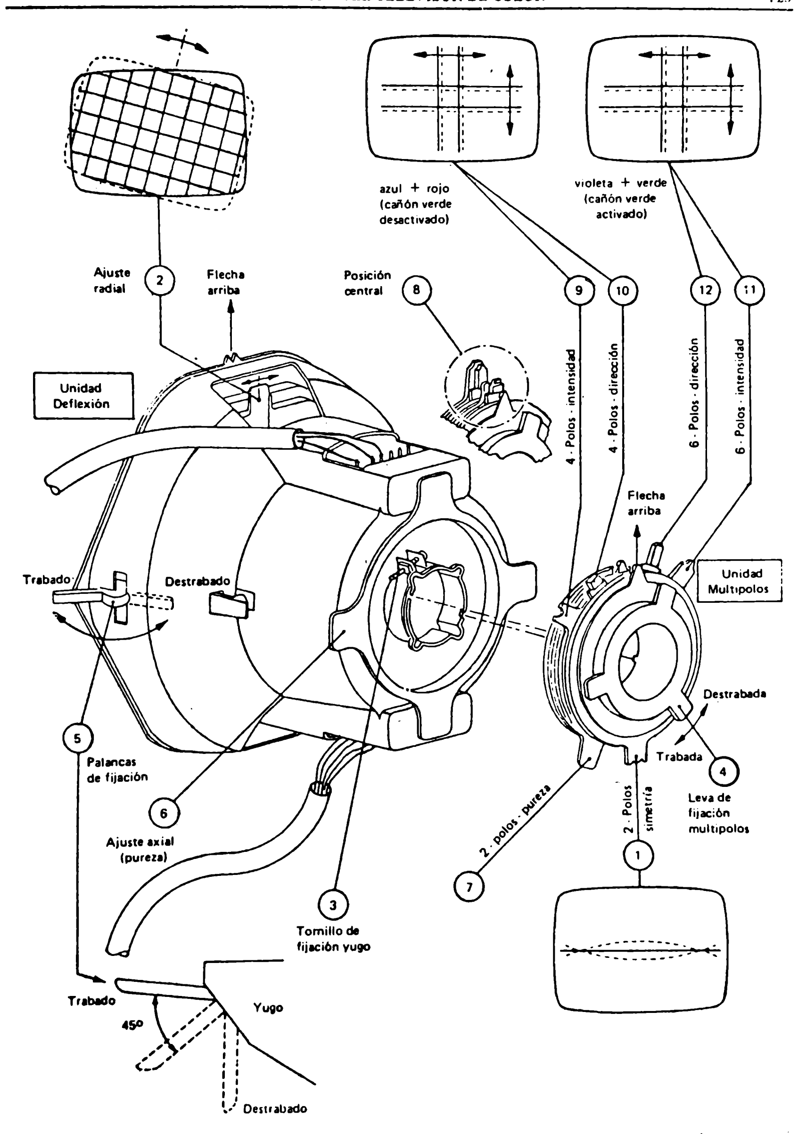


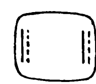
Fig. 103. – Ajustes a realizar en el yugo y en la unidad multipolos para lograr el centrado, la pureza y la convergencia dinámica en la imagen.

——— : HAZ ROJO

– – – : HAZ AZUL

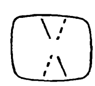
3 *Simetría horizontal (T801)*

Ajustar *T801* hasta que las líneas verticales ROJAS y AZULES de ambos lados de la pantalla se superpongan.



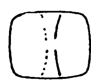
4 *Inclinación vertical (R812)*

Ajustar *R812* hasta que las líneas verticales ROJA y AZUL correspondientes al centro de la pantalla se superpongan dejando, en caso de existir, sólo error de parábola vertical que será compensado en el próximo paso.



5 *Parábola vertical (R811)*

En caso de existir error de parábola vertical se procede a ajustar *R811* hasta la perfecta coincidencia ROJO-AZUL.



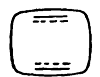
6 *Inclinación horizontal (T802)*

Ajustar *T802* para lograr que la línea horizontal ROJA y AZUL correspondiente al centro de la pantalla se superpongan.



7 *Balance vertical (R802)*

Ajustar *R802* hasta que las líneas horizontales ROJA y AZUL coincidan en los extremos superior e inferior centrales de la pantalla. Reponer el cañón VERDE con *S702*.



Nota: Verificar si las líneas horizontales centrales necesitan ser reajustadas mediante la unidad multipolos.
Verificar altura vertical y retocar levemente si es necesario.

Como resultado final se debe obtener una buena convergencia en toda la pantalla, pudiendo presentar sutiles divergencias, dentro de los límites de tolerancia del sistema. Si eventualmente no fuera así, repasar el ajuste que corresponda.

Decodificador (M-3)

Para algunos ajustes se han dado dos métodos alternativos, para que pueda optarse por el más adecuado con el instrumental disponible. Los controles de contraste y saturación deben estar al máximo y el de brillo en una posición media.

La señal del generador puede ser tomada por la etapa amplificadora auxiliar o bien a través de antena, siendo conveniente en este caso ajustar la sintonía fina para obtener la mejor definición.

Instrumental necesario

- Un osciloscopio de 10 MHz de ancho de banda.
- Generador de "Pattern" PAL-N – (Ejemplo: Philips PM5509).

Ajuste del oscilador – Ver figura 103.

Colocar el generador en barras de color. (Reponer color). Hacer un cortocircuito entre Tp 322-323 y entre Tp 324-325. Girar el capacitor *C333* hasta obtener el mínimo batido de las barras de color en el TRC.

Ajuste de la línea de retardo

- Levantar el cortocircuito entre los terminales Tp 324-325.
- Colocar el generador PM 5509 en "DEM".
- Ubicar la bobina *L303* a máxima inductancia.
- Ajustar *R348* para mínima "cortina veneciana" en la tercer barra del comienzo del barrido.
- Ajustar con *L302* para mínima "cortina veneciana" en la primer barra. Observar que en la tercera y cuarta barra la "cortina veneciana" no sea visible. Repetir el proceso hasta que la imagen quede libre de "cortina veneciana".
  Si fuese necesario optimizar con *L303*.

Ajuste de la toma de crominancia

Bajar el nivel de crominancia del generador hasta obtener un nivel tenue de saturación de color en el TRC. Ajustar con *L301* a máxima saturación

de color.

Ajuste de la trampa de 3,58 MHz

Levantar el cortocircuito entre Tp322/Tp323. Colocar el osciloscopio en el terminal 318. (Salida de luminancia) y sincronizando una línea, ajustar *L304* para la mínima señal de crominancia sobre luminancia en el osciloscopio u observando en el TRC.

Ajuste del pulso de "sandcastle"

Conectar el osciloscopio en Tp326, observando por lo menos dos "burst" sucesivos demodulados.

Ajustar el pre-set *R327* hasta lograr una curva balanceada como la que se muestra en la figura 104.

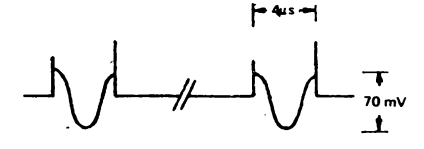


Fig. 104. – Aspecto de la forma de onda del burst demodulado en TP326.

Escala de grises

Ajustes

Se realizarán dos tipos de ajustes: a) nivel de apagado del TRC y b) blanco "standard".

a) *Nivel de apagado* – Ver figura 103.

1 Desenchufar el conector 413-414 (M-4) y girarlo, volviéndolo a colocar de manera tal que las grillas N° 1 del TRC queden a 14 V. (Pin 414 de la plaqueta).

2 Aplicar al receptor una señal de campo blanco.

3 Girar *R741*, *R743* y *R745* (M-7) para mínima tensión de grillas 2, en el sentido indicado por las flechas.

4 Colocar la llave de servicio *S401* en posición "SERVICIO" (módulo M-6).

5 Independientemente para cada uno de los tres cañones, girar lentamente los pre-sets de ajuste de tensión de grilla 2 de forma que aumente ahora la tensión sobre dichas grillas, hasta ver aparecer una línea horizontal por el centro del tubo, y luego girar en sentido contrario hasta que justo desaparezca.

6 Regresar la llave de servicio a la posición "NORMAL".

7 Desenchufar el conector "413-414" y girarlo, volviendo a enchufar en forma que las grillas N° 1 del TRC queden a masa (Pin 413).

Nota

Para el caso en que se opte por el circuito de realimentación alternativo, se deberá realizar el ajuste de nivel de borrado antes de proceder al ajuste de nivel de apagado.

Ajuste de nivel de borrado

1 Conecar un osciloscopio en la salida que va al cátodo del cañón rojo, de forma que permita medir la tensión de salida durante el tiempo de retrazado de línea.

2 Girar el pre-set del circuito de realimentación del canal rojo hasta que la tensión de salida durante los períodos de retrazado sea de 150 V.

3 Repetir los pasos 2 y 3 para los canales verde y azul.

b) *Blanco "standard"*.

1 Ubicar los controles de brillo y contraste a 3/4 de su posición máxima y el control de balance de blanco en el punto medio de su recorrido.

2 Ajustar los pre-sets *R409* (ganancia preamplificador canal AZUL) y *R410* (ganancia preamplificador canal ROJO) hasta obtener sobre la pantalla blanco nominal.

3 Aplicar al receptor una señal de escala de grises. Verificar, bajando el brillo, si el arrastre es correcto.
Si presenta tendencia a colorear modificar el ajuste en el sentido adecuado.

Ajuste del control automático de sintonía (CAS)

Verificar si la llave *S211* (CAS) está en posición *NO*.

– Sintonizar la recepción de una señal de prueba de color, con sonido. (Por ejemplo barras de color y 1000 Hz de audio).

Sintonizar con precisión (mínima interferencia de 920 KHz).

– Poner la llave CAS en *SI*. La recepción se desintonizará.

– Volver a sintonizar correctamente ajustando el núcleo de *L107* (M-1), ver figura 103.

Nota

El núcleo de *L107* se encuentra totalmente dentro de *L107* (máxima *L*). Al hacer el ajuste se va sacando el núcleo y se encuentra un primer punto de ajuste para el cual la sintonía vuelve a ser correcta. Se debe tener cuidado de no pasarse de este punto ya que, al seguir sacando el núcleo, se encuentra un segundo punto de aparente sintonía correcta pero en el que la acción de CAS queda invertida.

Puede comprobarse la corrección del ajuste poniendo la llave en *NO* y desintonizando (con el control de sintonía) ligeramente hacia el sonido.

Volviendo la llave a *SI* la imagen debe volver a presentar el aspecto de sintonía correcta, por acción del CAS. De no ser así, el punto de ajuste elegido es falso. Hecha la comprobación, poner la llave en *NO* y sintonizar correctamente con el control de sintonía.

Ajuste del control de "Pánico".

Este ajuste es conveniente hacerlo con poca luz ambiental.

1 Aplicar al receptor una señal de barras de color.
2 Ubicar los controles de brillo (*R212*), saturación (*R214*) y contraste (*R213*) para una óptima imagen de color, tratando de mantener el control de contraste a 3/4 de recorrido.
3 Poner brillo a mínimo con *R212*. Oprimir *S209* y ajustar también a mínimo el "pre-set" *R217*.
   Oprimir la tecla de "PAL-OFF" del generador.
4 Copiar con el "pre-set" de contraste (*R218*) la imagen presnte en la pantalla.
5 Desactivar "PAL-OFF" y "copiar" con el pre-set de saturación (*R219*) la imagen resultante, sin modificar *R218*.
6 Desactivar *S209* y reponer el nivel de brillo para una óptima imagen de color con *R212* (control de brillo).
7 Finalmente oprimir *S209* y copiar la imagen con el pre-set *R217*, teniendo la precaución de no modificar ninguno de los controles antes mencionados.

Nota

"Copiar" consiste en igualar la imagen conseguida con los controles del panel frontal, con los "pre-set" que cumplen funciones equivalentes en la plaqueta de control, luego de oprimir *S209* (llave de "Pánico").

Día 13

Hemos desarrollado la teoría general de la televisión policromática, y para aplicarla a un caso concreto se ha descripto paso a paso un televisor de color ajustado a las normas PAL-N que se adoptaron para nuestro medio. Sabemos que debieron adaptarse las normas PAL para adecuarlas a los televisores monocromáticos existentes a fin de lograr la necesaria compatibilidad; con ello esos televisores podrán reproducir en blanco y negro los programas emitidos de TV-color. Como en América rigen normas sobre canales de TV que difieren de las europeas, todo país americano que implante transmisiones de color tiene la opción de elegir directamente el sistema NTSC o modificar los sistemas europeos PAL o SECAM a tales normas zonales. Hay una pregunta latente que flota en el ambiente y es: ¿Puede usarse en nuestro medio un televisor traído de países con otras normas de TV-color? – La respuesta tiene dos aspectos: el primero es que hay que contestar que ¡no!, y el segundo, es que puede agregarse a esa negativa una afirmativa condicional, diciendo que si se hacen las modificaciones pertinentes se logra funcionamiento normal. Claro, no es un asunto sencillo y debe ser estudiado convenientemente, por lo cual dedicaremos esta jornada a describir los otros dos sistemas de televisión policromática que están en uso, para analizar posteriormente las posibles adaptaciones de aparatos fabricados bajo tales normas, a las que usamos en nuestro medio. Veamos entonces las normas NTSC y SECAM para destacar las diferencias con las PAL, y en particular con las PAL-N que ya conocemos por haberlas analizado en este libro.

OTROS SISTEMAS DE TV – COLOR

En los capítulos precedentes hemos analizado el proceso de convertir la luz policromática captada en la escena de la planta emisora en señales eléctricas, las que convenientemente matrizadas se inyectan en una portadora general que lleva toda la información, los pulsos sincronizadores, etc. Esa inyección toma la forma de una subportadora de color, llamada de crominancia, con dos bandas laterales que tienen características particulares, correspondientes al sistema de televisión que adoptamos, el PAL-N. Captada la portadora por un receptor, se la somete a un proceso para extraerle toda la información, y en el caso de las señales de color, tal proceso es inverso al realizado en el transmisor, de modo que hay otro matrizado que nos entregará tres señales monocromáticas y una luminosidad para enviar al tubo de imagen.

La esencia del proceso es la misma en todos los sistemas empleados, que son el PAL con todas sus variantes, el NTSC y el SECAM, también con sus variantes. Se dijo al explicar el sistema PAL que podía ser considerado como una modificación del NTSC, pues se lo creó para corregir el inconveniente del desajuste de matiz que se producía ante interferencias o irregularidades en el proceso de la señal de color.

También se encuentran similitudes en la base de cada sistema, pues la graduación realizada en la mezcla de las señales de color se basa en las características del ojo humano, y entonces podemos tomar la ecuación del contenido de color en la señal de luminancia, que da las proporciones en que se encuentran los tres colores básicos, o sea:

$$Y = 0{,}59\,V + 0{,}30R + 0{,}11\,A$$

Y recordemos que la ecuación dada nos dice que la luminosidad de la imagen se forma con los equivalentes en luminosidad de las captaciones en tres colores, pero en proporciones graduadas

convenientemente. A partir de esta ecuación básica los sistemas de televisión policromática adoptan ejes de referencia para realizar el matrizado y procesar solamente dos señales en lugar de tres, lo que simplifica en un 33% los circuitos. Luego se realiza el proceso inverso con otro matrizado y de las dos señales cromáticas se obtienen las tres señales de color que van al tubo de imagen.

Recordemos que ese diagrama cromático correspondiente al sistema PAL se dio en la figura 44, y que era derivado del general dado en la figura 35. También dimos el gráfico del espectro de frecuencias de una portadora de TV-color para el sistema PAL-N en la figura 39. Estos gráficos deberán ser repasados ahora al ocuparnos de los otros sistemas de televisión.

OTROS SISTEMAS PAL

El sistema PAL original, al que después se le asignó una letra *A* para poder referirse a las modificaciones de las que surgió el PAL-B, se difundió en Europa y a su vez tuvo algunas variantes que mencionaremos en el capítulo 14. En principio son válidos para el mismo los gráficos de las figuras 39 y 44, pero en el espectro de frecuencias tiene una destacada diferencia. Como en Europa los canales de televisión tienen 7 u 8 MHz de ancho, la subportadora de color se ubica a 4,43 MHz de la portadora de video, con cuyas correcciones tendríamos válido el gráfico de la figura 39.

Para usar el PAL en América tenemos que adaptarlo al ancho de 6 MHz de los canales de televisión, y entonces surgió el espectro de frecuencias que da el gráfico de la figura 39 sin modificar. Pero ocurre que hay países americanos que tienen redes de distribución con frecuencia de 60 Hz y entonces las frecuencias de los barridos no son 50 Hz y 15.625 Hz como usamos en nuestro país y en los que tienen 50 Hz en la red, sino:

frecuencia vertical: 60 Hz
frecuencia horizontal: 15.750 Hz

Estas cifras nos dicen que la inserción de la subportadora de crominancia y sus bandas laterales, tal como se vio en la figura 32, tendrán diferencias con igual operación hecha en el sistema PAL-N de nuestro medio. Así entonces surgió el sistema PAL-M, usado en Brasil por ejemplo, que debió ajustar el ancho de canal a 6 MHz por tratarse de un país americano, y además, adecuar al espectro de la banda a la frecuencia de 60 Hz de la canalización.

Las diferencias señaladas permiten formar tres grupos, o sea: normas europeas con anchos de canal de 7 u 8 MHz y frecuencia de red de 50 Hz, normas americanas con ancho de canal de 6 MHz y frecuencia de 60 Hz y normas americanas con frecuencia de 50 Hz; este último caso es el de nuestro país y por ello usamos las normas PAL-N. Pero para considerar la posibilidad de usar en nuestro medio un televisor PAL, hay que analizar las citadas variantes y estudiar las modificaciones, siempre posibles, pero a veces complejas.

EL SISTEMA NTSC DE TV-COLOR

Este sistema de televisión policromática fue creado en EE.UU. y por lo tanto se ajusta al grupo que responde a las dos condiciones: ancho de canal 6 MHz y frecuencia de red 60 Hz. Sobre tales bases se estudió la inserción de la subportadora de color en los huecos que deja la modulación de video, asunto del que nos ocupamos cuando explicamos la figura 32. En resumen, las bandas laterales de color deben caber en los espacios vacíos que dejan los pulsos horizontales, precisamente en el centro de tales espacios. Para lograrlo se tomó la mitad de la frecuencia del barrido horizontal o sea 15750/2 = 7875 Hz, pues se ha tomado la frecuencia horizontal usada en países con 60 Hz en la red eléctrica. Se suman lapsos iguales a la cifra resultante, se elige una de orden impar, y se caerá en uno de los huecos que vimos en la figura 32. Tomando la armónica de orden 455 resultó:

$$455 \times 7875 = 3\,579\,545 \text{ Hz}$$
$$= 3{,}58 \text{ MHz, aprox.}$$

Es decir, que para ubicar la información de color en el hueco que tienen las bandas laterales con la información de video (luminancia) tenemos que ubicar la portadora para la información de crominancia a 3,58 MHz de la portadora de video. Pero la portadora agregada no se irradia en forma de una señal con frecuencia diferente para cada canal de TV como son las de video y sonido, sino que es una frecuencia lateral comprendida en las bandas laterales de la portadora de video y por eso se llama *subportadora*. Su frecuencia es fija, 3,58 MHz para cualquier canal de emisiones de color, no importa cual sea la frecuencia de las portadoras de video y sonido para ese canal. Por ejemplo, supongamos que se emite televisión policromática por el canal 7 cuya portadora de video tiene 175,25 MHz y la de sonido 179,75 MHz, separadas, como es sabido, por 4,5 MHz. La subportadora de color para el mismo tendrá 3,8 MHz y se ubica dentro de la banda lateral superior de esa portadora de video, lo cual podemos ver en la figura 105, pero en la misma aparecen otras cosas de las que todavía no hemos hablado, veamos eso.

Por las razones dadas al ocuparnos de la figura

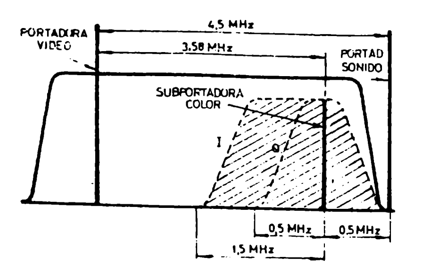


Fig. 105. – Ubicación de la subportadora de crominancia y sus dos bandas laterales *I* y *Q* en el sistema NTSC.

39, las bandas laterales de color pueden ser restringidas, aprovechando la imperfección del ojo humano. Este detalle aparece claramente en la figura 105 que da un ancho de 1,5 MHz para una banda y 0,5 MHz para la otra, igual que lo adoptado para el sistema PAL y que fue explicado oportunamente.

Una vez determinada la solución para la información de crominancia se encontró que el diagrama de la figura 35 no era el más adecuado para matrizar rotación de ejes de 33°, tal como lo muestra la figura 106. Al eje vertical se le asignó la letra *I* (viene de in phase, en fase) y la eje horizontal la letra *Q* (de quadrature, cuadratura). Las coloraciones básicas que corresponden a estos ejes son el naranja para el extremo positivo *+I*, el turquesa para el *–I*, el púrpura o magenta para *+Q* y el amarillo verdoso para *–Q*.

Con la composición de los vectores *I* y *Q* puede formarse cualquier color, tal como se demostró para los que usamos en la figura 35, pero la ventaja que presentan los nuevos adoptados es que se ajustan más a las características del ojo humano. En efecto, para detalles de escena que dan frecuencias entre 0 y 1,5 MHz la perceptibilidad del ojo requiere solamente dos primarios, pero no el rojo, verde o azul, sino el rojo-naranja y el verde-azul. Estos colores primarios se encuentran en el eje *I*, y entonces el eje *Q*, resulta dado porque debe serle perpendicular.

Una vez que tenemos fijados los ejes del diagrama vectorial de colores que resulta más conveniente para adecuar la información cromática a la sensibilidad y perceptibilidad del ojo humano, volvamos a la figura 105 y comprobemos la ubicación que se da a la información de crominancia. Se fija una subportadora de crominancia que, teniendo una frecuencia de 3,58 MHz, modula a la portadora de video y queda en forma de frecuencia lateral superior separada de tal portadora en esa cantidad fija. Esta subportadora se modula a su vez y sus dos bandas laterales son de 0,5 MHz y de 1,5 MHz; la primera es completa, con sus dos lados, y lleva la información de grandes masas de color de la escena y su eje de referencia es el *Q* que contiene información exacta de color basada en tres colores básicos. La segunda banda lateral es de 1,5 MHz y sólo se mantiene la inferior, suprimiendo la superior; contiene la información de color en los detalles finos de la escena y no necesita más que dos colores primarios, turquesa y naranja. Su eje de referencia es el *I*.

Matrizado de las señales de color

Podemos recordar las expresiones que daban la composición espectral de los vectores de referencia. Vimos esas expresiones para los vectores (*R-Y*), (*A-Y*) y (*V-Y*) como resultado del contenido de cada color en la señal para cumplir con la compatibilidad con las emisiones de blanco y negro. Para los nuevos ejes de referencia las proporciones de cada color son:

$$I = 0{,}60R - 0{,}28\,V - 0{,}32\,A$$
$$Q = 0{,}21\,R - 0{,}52\,V + 0{,}31\,A$$

Con estas expresiones podemos establecer que el eje *I* contiene tres componentes de color: 60% de rojo, un 28% de un color que es opuesto al verde por ser negativo el coeficiente, o sea el violeta, color complementario del verde, y un 32% del color complementario del azul, es decir amarillo. La misma conclusión puede establecerse

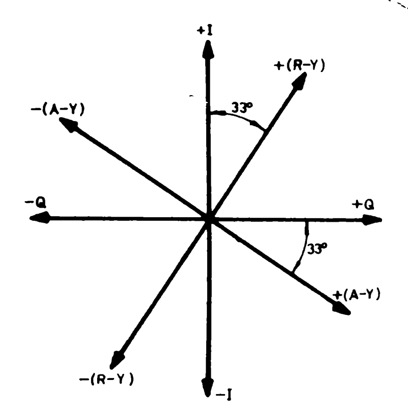


Fig. 106. – Posición relativa del sistema de ejes *I* y *Q* con respecto al de ejes *(R–Y)* y *(A–Y)*.

para el eje Q, que tendrá un 21% de rojo, un 52% del color complementario del verde (violeta) y un 35% de azul. Desarrollando esas dos ecuaciones puede obtenerse la proporción con que cada eje integra el vector correspondiente a un color dado para hacer una composición como la que vimos en la figura 33. Por ejemplo, para obtener los colores azul, verde y rojo se requieren:

$$A = -0{,}32\,I + 0{,}31\,Q$$

$$V = -0{,}28\,I - 0{,}52\,Q$$

$$R = 0{,}60\,I + 0{,}21\,Q$$

De las ecuaciones anteriores se puede deducir mediante un simple planteo algebraico, las siguientes expresiones:

$$I = 0.74\,(R - Y) - 0{,}27\,(A - Y)$$

$$Q = 0{,}48\,(R - Y) + 0{,}41\,(A - Y)$$

que permite pasar del sistema de ejes primitivo al que se usa en el sistema NTSC de television para modulación de color.

Aquí cabe hacer una importante aclaración: las tres señales de color R, V y A se matrizan para obtener una simplificación que permite transmitir la información de crominancia con solamente dos señales resultantes. Ese matrizado se basa en diagramas vectoriales con ejes de referencia y pueden elegirse distintos sistemas de ejes, pero la diferencia entre los sistemas se traduce en una simple rotación de los ejes o, dicho de otra manera, un cambio del ángulo de fase de los vectores. Tan simple concepción del problema ha permitido que se elijan los ejes atendiendo a razones técnicas y económicas, e inclusive puede usarse un matrizado en el transmisor y otro diferente en el receptor. La trascendencia de esta última aseveración es destacable, pues en el transmisor no hay problemas económicos y la elección del sistema de ejes se hace atendiendo razones de perfección técnica, mientras que en el receptor, por tratarse de muchas unidades, las razones económicas influyen en la elección y ésta recae en otro sistema de ejes que reduce el costo de los televisores.

La señal de referencia

Siendo el sistema PAL un derivado del NTSC, usa el mismo método de inserción de la subportadora de crominancia, la cual es eliminada en primera operación y reinsertada nuevamente en el receptor. Y también aparecen los mismos inconvenientes para tal reinserción, por lo que se emplea una señal de referencia (*burst*), tal como se vio en figura 40, que realiza el control de fase. Cuando se emiten programas en blanco y negro no se necesita el burst, y no se le incorpora a la modulación de pulsos. Este asunto ya ha sido tratado y lo mencionamos para destacar la similitud entre ambos sistemas.

El decodificado en el receptor

Para seguir analizando el sistema NTSC y destacar las diferencias con el PAL que ya conocemos, veamos el proceso que se realiza con las señales de crominancia en el receptor. O sea que debemos encarar la sección de crominancia del mismo donde se realiza un matrizado opuesto al del transmisor, al cual se denomina *decodificado*.

Veamos ahora tal proceso. En el capítulo 4 obtuvimos, del diagrama vectorial de la figura 35, que proyectando los vectores de color sobre los ejes se llega a las expresiones:

$$(R - Y) = 0{,}70\,R - 0{,}59\,V - 0{,}11\,A$$

$$(A - Y) = 0{,}89\,A - 0{,}59\,V - 0{,}30\,R$$

$$(V - Y) = 0{,}41\,V - 0{,}30\,R - 0{,}11\,A$$

Habiéndose obtenido así un paquete de expresiones que nos servirán para demostrar cómo se efectúa el proceso del matrizado. Debe realizarse un desarrollo matemático a fin de obtener primero las expresiones que nos den I y Q en función de $(R - Y)$ y $(A - Y)$ que son los ejes primitivos, o sea, pasar del diagrama de la figura 35 al de la 106, desarrollo puramente algebraico cuyo resultado es:

$$I = -0{,}27\,(A - Y) + 0{,}74\,(R - Y)$$

$$Q = 0{,}41\,(A - Y) - 0{,}48\,(R - Y)$$

Una vez obtenidas estas expresiones se puede hacer otro desarrollo algebraico, tratando a los valores que están dentro de los paréntesis como incógnitas y a los que aparecen en los primeros miembros como conocidos, ya que son magnitudes que aparecen en la sección de crominancia. Un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas se resuelve en forma simple y resulta:

$$(R - Y) = 0{,}62\,Q + 0{,}96\,I$$

$$(A - Y) = -1{,}11\,I + 1{,}72\,Q$$

Y siguiendo el mismo procedimiento que empleamos en el Cap. 4 podemos obtener el tercer vector de color:

$$(V - Y) = -0{,}64\,Q - 0{,}28\,I$$

Hemos encontrado las tres magnitudes que figuran en los primeros miembros y es fácil comprender que basta adicionar Y a cada una de ellas para obtener las tres señales de color que van

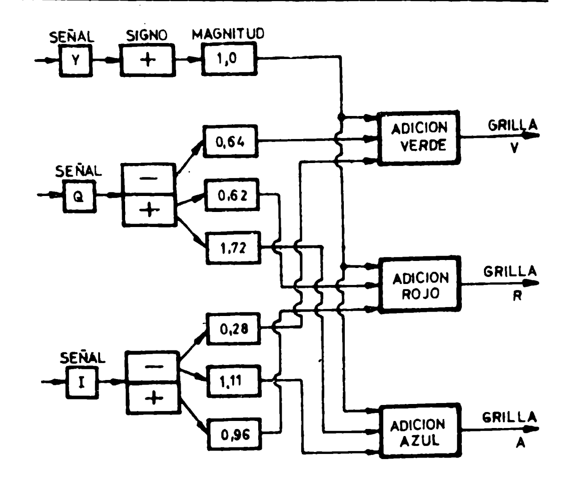


Fig. 107. – Diagrama esquemático del matrizado de las señales de luminancia *Y* y de crominancia *I* y *Q*.

a las grillas del tubo de imagen policromático. La adición de *Y* es posible ya que ésta proviene de la sección de luminancia.

Con los resultados que obtuvimos por vía matemática y las conclusiones a que hemos llegado, podemos dibujar el diagrama esquemático del *matrizado*, operación que consiste en tomar las tres señales disponibles, es decir *Y* de luminancia y *Q* e *I* de crominancia, cada una con cierto signo y con cierta magnitud que están dadas en las ecuaciones obtenidas. La figura 107 muestra tal diagrama y se toma la señal *Y* como referencia de magnitud, o sea que su amplitud vale la unidad. Las señales *Q* e *I* deben ser sometidas a un proceso de división de fase para obtenerlas con signo positivo y negativo, y luego, mediante circuitos especiales, darle en cada caso una magnitud determinada. Así, para obtener la señal verde (*V*) debemos adicionar el total de $+Y$, con una amplitud 0,64 negativa de *Q* y con una amplitud 0,28 negativa de *I*, tal como lo expresa la tercera ecuación y se comprueba en el diagrama de matrizado. En forma similar se procede con los colores rojo (*R*) y azul (*A*). Nótese que tomar una magnitud 1,72 por ejemplo, quiere decir que se incrementa en un 72% la amplitud de *Q* que resulta de compararla con *Y* que vale 1,0.

Con lo dicho queda explicado el proceso de matrizado. Para llevarlo a los circuitos prácticos hay que introducir dosificadores de amplitud y lo más simple y económico es la red de resistores que vemos en el diagrama de la figura 108. Dando valores

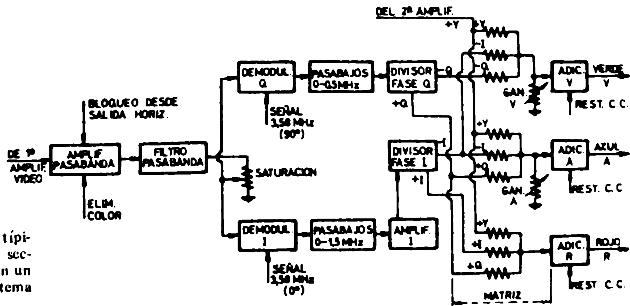


Fig. 108. – Diagrama típico en bloques de una sección de crominancia en un televisor para el sistema NTSC.

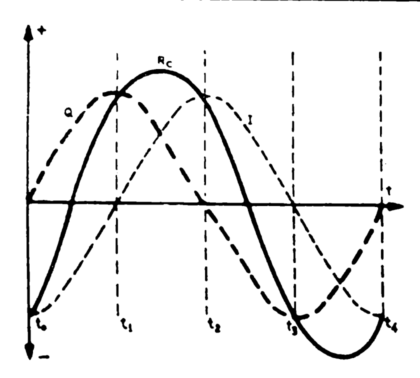


Fig. 109. – La composición de las dos bandas laterales *I* y *Q* da una resultante *R*.

adecuados a los resistores se cumple con la dosificación pedida en la figura 107. Nótese que se han colocado graduadores de salida en dos colores solamente, pues uno de ellos, generalmente el rojo, se toma como nivel de referencia. Las señales de salida del matrizado deben someterse al proceso de restablecimiento de la componente continua, por las mismas razones existentes para la señal de video monocromática y luego se aplican a las grillas del tubo tricolor.

Los demoduladores de color

Si volvemos a examinar la figura 108 que muestra el diagrama sintético de la sección de crominancia de un televisor policromático, comprobaremos que ya conocemos toda la parte que queda a la derecha y que corresponde al matrizado. Pero hay dos secciones que representan los demoduladores de las señales *I* y *Q* que deben ser explicados, pues difieren de los sistemas comunes. Para analizar el comportamiento y las particularidades del circuito hagamos antes algunas consideraciones.

Las dos señales *I* y *Q* que se procesan en el transmisor partiendo de las tres señales monocromáticas están a 90° una de otra, pero al llegar al receptor forman en conjunto las bandas laterales de crominancia, sin estar presente la portadora por haber sido suprimida. Es decir, que tales bandas laterales forman en conjunto una resultante que en la figura 109 llamamos R_c para especificar que comprende a toda la información de color, o sea que le da a la componente de luminancia el matiz necesario para colorear la imagen. Como *I* y *Q* son las componentes de R_c pero están en cuadrautra entre sí, esto es que guardan una diferencia de fase de 90° lo que se traduce en un cuarto de ciclo, hemos dibujado las gráficas de ambas en la figura 109 cumpliendo tal condición.

Ahora tenemos que extraer de la resultante R_c la parte *I*, por un lado, sin que la misma contenga nada de la parte *Q* y, por otro, la parte *Q* sin que en ella haya residuos de la parte *I*, todo ello para procesar separadamente ambas componentes. Si examinamos la figura 109 comprobaremos que en el instante t_1 la componente *I* vale cero y por tanto R_c contiene solamente a *Q* y en el instante t_2 la componente *Q* es nula y por tanto R_c contiene solamente a *I*; obsérvese que entre los instantes t_1 y t_2 hay un cuarto de ciclo, o sea 90° de defasaje angular. Esta configuración nos explica la razón por la cual el oscilador de 3,58 MHz del transmisor entrega a los moduladores de las señales *I* y *Q* otra señal con esa frecuencia, pero tal inyección se hace defasando una respecto de la otra en 90°. Así, en la figura 109 se indica que la señal de 3,58 MHz proveniente de un oscilador local entra al demodulador *Q* con una fase 0° y al demodulador *I* con una fase 90°, es decir, cumpliendo con el defasaje apuntado.

Resumiendo la situación explicada, para demodular la resultante de color R_c necesitamos reinsertarle la portadora, operación que se hace en un instante determinado para obtener la banda *Q* y en otro instante para obtener la *I*. Es como si la señal del oscilador barriera al espectro y al pasar por el instante t_1 actuara sobre R_c dando un batido, y como en tal instante *I* vale cero se obtiene de la operación la señal *Q*. Otra señal portadora barre también, pero con un defasaje de 90° y entonces ella bate con R_c únicamente en el instante t_2 cuando *Q* vale cero y del batido resulta la señal *I*. Este barrido que da resultado solamente en ciertos instantes de coincidencia ha dado el nombre de *sincrónicos* a los demoduladores de color.

Ahora podemos explicar el funcionamiento de tales demoduladores y bastará referirse a uno de ellos pues el otro es igual, salvo en el detalle de que la subportadora a reinsertar está defasada de la que insertamos en el primero. El sistema más simple para realizar la operación es mediante diodos y la figura 110 muestra el circuito que corresponderá, por ejemplo, al demodulador sincrónico para la señal *Q*.

Estudiando el circuito se ve que la tensión de la señal *Q* aparece en el secundario de tal maneta que sus dos mitades dan señales en contrafase, pues *DO* está en fase con *OB*, pero considerando el punto central a masa, resulta que *OB* está en contrafase con *OD*. La tensión que entrega el oscilador por T_2 está en cuadratura con la *Q*, según se dijo, y de la composición de esas tensiones resulta que no habrá tensión de salida. Pero en ese

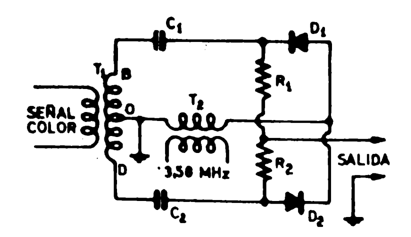


Fig. 110. – Esquema de un demodulador sincrónico a diodos, para la señal de crominancia.

mismo instante habrá tensión de salida en el demodulador *I* por no existir defasaje entre *I* y la tensión del oscilador. Viceversa, cuando la señal *Q* aparece en fase con la del oscilador hay tensión a la salida y en ese mismo instante no habrá salida en el demodulador *I*. Ahora, dado que las señales *Q* e *I* están en cuadratura, según lo marca la figura 109, tal cosa hace que el demodulador *Q* no entregue señales *I* y el demodulador *I* no entregue señales *Q*, solución lograda introduciendo una diferencia de 90° entre las señales de 3,58 MHz aplicadas a ambos demoduladores.

Demoduladores de banda restringida

Hasta ahora hemos hablado del proceso de la demodulación de color tratando la señal de crominancia como compuesta por dos juegos de bandas laterales que se identifican como *I* y *Q* (figura 105) ya que así se procesa la crominancia en el transmisor. Luego, durante mucho tiempo se programaron los receptores de color de la manera explicada y su sección de crominancia respondía al diagrama sintético de la figura 108. El problema de costo de los equipos no es importante en los transmisores, pero sí en los receptores, razón por la cual los fabricantes buscaron permanentemente la manera de simplificar los televisores policromáticos. De los estudios realizados se comprobó que la imagen de color obtenida según las normas NTSC era grata a la vista, pero que se podían introducir restricciones en el ancho de banda sin desmedro importante en la calidad de tal imagen. Así surgieron los receptores de color con banda restringida, reduciendo la cifra de 1,5 MHz estipulada a 1 MHz y aun a menos.

En la práctica se ha comprobado que la limitación de la banda de modulación de color a 1 MHz, y aun algo menos, no produce inconvenientes en la visión de la imagen de color, pues se obtiene un coloreado aceptable, con una gran simplicidad en los receptores.

Se ensayaron diversos sistemas de demoduladores de banda restringida, pero los mismos presentaban inconvenientes, incluso el de necesitar válvulas especiales, pues esos ensayos eran anteriores al advenimiento generalizado de los semiconductores. Finalmente la RCA aportó la solución al problema con la adopción de ejes de matrizado no perpendiculares. Veamos esto.

Demoduladores de ejes X Z

Los demoduladores de banda restringida eliminan secciones incluídas en los del tipo *I* y *Q* y realizan el matrizado directamente en los amplificadores de color. Pero se requerían elementos especiales hasta que surgió la idea salvadora de la RCA, la que planteó el problema en forma inversa, esto es: ¿qué se requería para un demodulador simple y de funcionamiento seguro? Eliminación del retardo y del matrizado en la sección de crominancia. La primera parte se logró con los demoduladores de banda restringida, pero lo segundo exigía obtener señales (*R* – *Y*) y (*A* – *Y*) de igual amplitud para no tener que graduarlas después de la demodulación.

Entonces surgió la idea de no respetar lo que parecía intocable: la perpendicularidad de los ejes de color. Haciendo el planteo matemático al revés, se logró tal resultado con ejes como los que muestra la figura 111 y que forman entre sí un ángulo de 62,1°; ésta fue la propuesta de la RCA. Como sabemos que el eje (*A* – *Y*) es el de referencia,

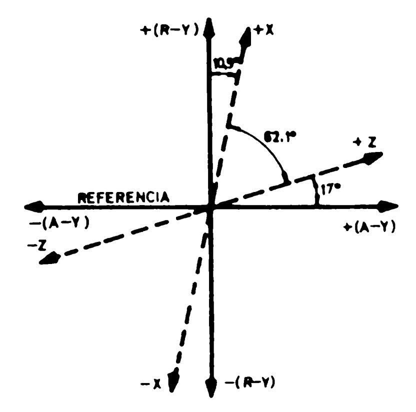


Fig. 111. – Posición de los ejes *X* y *Z* de un demodulador de banda restringida, respecto de los ejes tradicionales *(A – Y)* y *(R – Y)*.

pues coincide con la fase de la señal sincronizadora de color (burst) podemos extraer la siguiente conclusión:

Teniéndose que la modulación de crominancia responde a un sistema de ejes *I* y *Q*, para demodular hay que reinsertar la portadora de 3,58 MHz. Si demodulamos por el mismo sistema de ejes *I* y *Q*, aplicamos esa subportadora con 90° de diferencia de fase en los dos demoduladores, pero luego tenemos que hacer un matrizado (figura 107). Si usamos una demodulación con ejes (*R* – *Y*) y (*A* – *Y*) para eliminar parcialmente el matrizado, debemos girar en 33° ambas subportadoras, pero conservando los 90° entre ellas. Y si queremos eliminar totalmente el matrizado por lograr idéntica relación de amplitud entre las dos señales obtenidas en la demodulación hay que usar ejes *X* y *Z* arbitrarios en la demodulación (figura 111) de tal manera que la inyección de las dos subportadoras se haga con un ángulo que no sea de 90°, sino de 62,1°.

Esto significa que de la demodulación no surgen totalmente limpias las proporciones de (*R* – *Y*) y (*A* – *Y*) sino que quedan pequeños residuos en ambos demoduladores, pero los filtros del circuito se encargan de eliminarlos. Entonces, la inserción de las subportadoras se hace en instantes especiales y no en los indicados en la figura 109.

EL SISTEMA SECAM

También en Francia se hicieron investigaciones para solucionar los problemas que tenía el sistema NTSC de televisión en color y en el año 1958 la Compagnie Generale de TSF creó un sistema al que llamó SECAM [Séquentielle a memoire (secuencial a memoria)] que se diferencia de los antes descritos en el detalle fundamental de que las señales de crominancia no se aplican al tubo en forma simultánea sino alternadamente. En efecto, en el NTSC las señales de crominancia se aplicaban a cada franja al mismo tiempo, y en el PAL se tomaban dos franjas y se sumaban las informaciones de color de ambas aplicándolas simultáneamente; en el SECAM se aplica una de las señales de color en un instante y la otra más tarde. Si nos referimos a los vectores, en el NTSC hay dos vectores de color que se aplican a cada línea de exploracón al mismo tiempo; en el PAL uno de los vectores se aplica directamente y el otro sufre un proceso de integración para dos líneas sucesivas, pero se suman y resulta también una aplicación simultánea. En el SECAM hay dos vectores que no se suman, pues uno va a una línea y el otro a la contigua; la suma de color la produce el ojo humano al observar la pantalla. Dicho de otra manera, por un lado tenemos la señal de luminancia *Y* y por el otro, las informaciones de color (*R* – *Y*) y (*A* – *Y*) de las que se envían una a las líneas impares y la otra a las líneas pares. Esto elimina las interacciones entre las tres informaciones y para hacer tal independencia más efectiva, se modula en amplitud a la señal *Y* y en frecuencia a las dos señales de crominancia.

El sistema enunciado tan simplemente reporta ventajas si se lo compara con los otros dos ya explicados, pero tuvo muchos problemas en su desarrollo. El principio original y sus detalle fueron mejorados varias veces y se conocieron los sistemas SECAM I, II, III, III modificado y IV. Varias modificaciones se hicieron por exigencias de países donde se quería implantar tal sistema. Finalmente no se pudo imponer en Europa y su uso quedó relegado a la banda de U.H.F. en Francia y en Rusia, no usándose en la de V.H.F. La última palabra no está dada todavía pues hay numerosos países abocados a la elección del sistema para adoptar la TV color.

Entremos en detalles del principio en que se basa el SECAM. Se parte de una consideración similar a la que permitió crear el PAL modificando el NTSC y es que la información de color correspondiente a líneas consecutivas es poco diferente, pero aclaremos que esto corresponde a las líneas de un campo, pues la exploración entrelazada se usa en todos los sistemas y no se descarta. Entonces, la secuencia de líneas corresponde hacerla en cada uno de los campos de cada cuadro; en caso contrario podría afectarse la compatibilidad entre los sistemas mono y policromáticos. Al usar las líneas adyacentes con diferente información se reduce la definición cromática con respecto a la de luminancia, pero ese problema no afecta a la imagen, pues la resolución horizontal de color es naturalmente menor que la de intensidad y aparece de modo fortuito una nivelación entre las dos resoluciones al rebajar a la mitad la correspondiente a crominancia. Pero la ventaja más importante que se logra es que desaparece la simultaneidad del tratamiento de las tres señales, la de luminancia y las dos de crominancia, con lo cual las interacciones entre ellas se reducen fundamentalmente.

Entonces disponemos como resultado de la captación en el estudio de las tres señales ya matrizadas: luminancia *Y* y crominancia (*R* – *Y*) y (*A* – *Y*). Al receptor se envía para las líneas impares de cada campo el par *Y* y (*R* – *Y*) y para las líneas pares del mismo campo el par *Y* y (*A* – *Y*) siguiendo la misma secuencia para el segundo campo hasta completar el cuadro y procediendo idénticamente en los cuadros sucesivos. Como para reproducir la imagen en color se necesitan las dos informaciones de crominancia, habrá que retener

la que llega para las líneas impares hasta que llegue la de las pares, retención que se logra con una *línea de retardo.* Disponiendo de las dos señales de crominancia se matrizan para obtener las señales de color que van al tubo.

Como las dos informaciones de crominancia se modulan en frecuencia, son insensibles a las variaciones de amplitud y, por tanto, desaparece el problema de *amplitud diferencial,* uno de los defectos del sistema NTSC. Esto, aparte de la eliminación de la *fase diferencial* o error de matiz que ya eliminaba el sistema PAL y que es implícito en el SECAM. Recordemos que el error de fase que se traduce en cambio de matiz es el grave, mientras que el de amplitud que corresponde a cambios de saturación es el tolerable; con tal balance se entiende que pese a su superioridad, por lo menos teórica, el SECAM no se haya generalizado en el mundo.

Las señales de crominancia adoptadas en el SECAM deben cumplir ciertos requisitos. En primer lugar, deben igualarse sus amplitudes debido a que la transmisión tiene carácter secuencial. En segundo, debido a que están moduladas en frecuencia, lo que implica excursiones de la frecuencia central en ambos sentidos, se adoptó que cuando el valor instantáneo de la señal sea positivo produzca una excursión de frecuencia hacia el positivo, es decir, en aumento, y cuando la señal tenga valor instantáneo negativo la excursión de frecuencia sea en disminución. Con estas dos premisas puede establecerse la relación entre las señales de color que resultan del matrizado hecho con los colores básicos y las dos señales de crominancia adoptadas para el SECAM.

$$D_R = -1{,}9\,(R - Y)$$

$$D_A = +1{,}5\,(A - Y)$$

Además, hay otras condiciones referentes a las amplitudes de los vectores de color, por ejemplo, un factor 0,75 que afecta al valor de luminancia en todas las señales si se comparan con los sistemas NTSC y PAL. El resultado de todas estas condiciones se traduce en que el diagrama vectorial cromático aparece diferente al de los sistemas ya vistos donde los ejes eran I y Q (figura 106) para el NTSC y U y V (figura 44) para el PAL. La figura 112 da ese diagrama para el SECAM, donde vemos que se cumplen las leyes generales sobre colores complementarios por oposición de sus vectores, etc.

En el SECAM hay un inconveniente que emana del hecho de que la subportadora cromática no puede suprimirse como en los otros sistemas antes tratados por usarse modulación de frecuencia para la información de color. En los sistemas

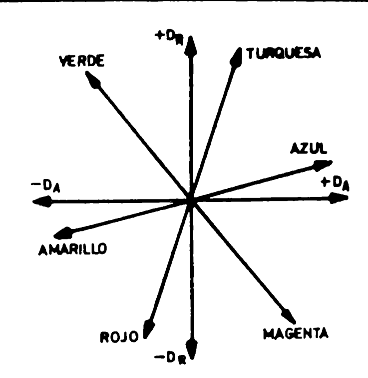


Fig. 112. – **Diagrama cromático vectorial que corresponde al sistema SECAM.**

NTSC y PAL esa modulación es en amplitud y entonces la subportadora de color se suprime en el transmisor y se reinserta en el receptor, pero en el SECAM no puede procederse así. Esto origina problemas en la compatibilidad entre transmisiones en color y en blanco y negro. Para eliminar, o por lo menos reducir tal inconveniente, se disponen filtros en el transmisor que rebajan la amplitud de la subportadora de crominancia y otros filtros en el receptor que le devuelven su amplitud original. Tales filtros, cuya curva de atenuación y de ganancia, respectivamente, afecta una forma de campana, toman ese nombre, más precisamente *anticampana* en el transmisor y *campana* en el receptor.

Posteriormente se introdujeron modificaciones que consistían en diferenciar la frecuencia de la subportadora cromática en relación con las desviaciones de frecuencia dadas por las señales modulantes D_R y D_A. Como la frecuencia de tal subportadora está vinculada a cifras que son múltiplos de la frecuencia horizontal, se adoptó para D_R el múltiplo 282 y para D_A el 272. Con ello resultan para las subportadoras frecuencias de 4,40 y 4,25 MHz, tal como se indica en el cuadro de comparación de normas de TV color. Debido a la circunstancia de que ambas subportadoras no se usan simultaneamente, no hay peligro de que se produzcan batidos entre ellas. Las desviaciones de frecuencia en ambas subportadoras quedan fijadas en 280 KHz en más y en menos para D_R y en 230 KHz para D_A.

Disposición funcional del sistema SECAM

Todos los sistemas de TV color requieren un

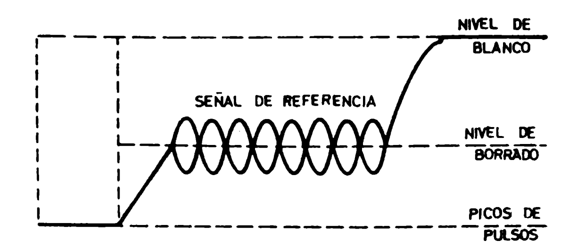


Fig. 113. – Las señales de referencia que usa el sistema SECAM en la señal de TV.

control de sincronismo especial para disparar el oscilador que suministra la señal para el matrizado, y el PAL y el SECAM necesitan otra señal sincronizadora para establecer la secuencia de líneas. La primera señal mencionada se ha llamado *señal de referencia* (burst) y se ilustró en la figura 40. Ahora la vemos en la figura 113 para el sistema SECAM. Consiste en dos series de ondas senoidales insertadas en la cresta del borrado horizontal, una para cada subportadora cromática. Como en este sistema tales subportadoras no se suprimen, sino que subsisten en la transmisión, estas señales de sincronización son verdaderas *muestras* de las subportadoras respectivas y no habrá en el receptor oscilador de reinserción de subportadoras. En cambio, tendremos un amplificador con filtro campana que aumentará la amplitud de dichas subportadoras para compensar la disminución en las amplitudes de las mismas, que ocurrió en el transmisor mediante el filtro anticampana.

La señal de identificación que permite sincronizar la secuencia de color se ve en la figura 114. Son pulsos que aparecen durante nueve líneas horizontales dentro del período de borrado vertical. Para identificar a ambas subportadoras, las correspondientes a D_R aparecen con máxima desviación positiva y las que atañen a D_A con máxima desviación negativa, siendo sus frecuencias 4,75 y 3,90 MHz, respectivamente.

Veamos ahora la disposición que adoptan los transmisores y receptores del sistema SECAM. Comenzando por el transmisor, tomaremos únicamente la parte del mismo que procesa la señal del color, pues todo el resto no se diferencia de los transmisores monocromáticos, salvo en lo que respecta a las normas generales ya vistas. La figura 115 muestra el diagrama en bloques de la sección color de un transmisor SECAM.

La cámara tricolor entrega las señales correspondientes a los colores básicos rojo, verde y azul, las cuales experimentan la corrección gamma ya mencionada y el matrizado que entrega tres señales, una de luminancia Y y dos de crominancia $(R - Y)$ y $(A - Y)$ que sabemos que en este sistema se han denominado D_R y D_A; obsérvese que la correspondencia entre ambas denominaciones se hace a través de las letras A y R (iniciales de azul y rojo, respectivamente). La señal Y recibe los pulsos de sincronización de todo el sistema que incluyen las señales de identificación y de referencia, y luego se envía a un dispositivo de retardo para pasar finalmente al modulador general. Las señales de crominancia ya matrizadas van a un conmutador doble que se dibuja en la figura como dos cuadrados; allí se produce la alternancia que ya se explicó en el camino de las señales, de tal modo que durante la exploración de las líneas impares se envía la señal $(R - Y)$ y durante las pares la $(A - Y)$. La señal de crominancia que sale del conmutador se somete a la acción de filtros pasabajos y de preacentuación y a un limitador de amplitud para llegar luego al modulador de F.M. que recibe la portadora de un oscilador que la produce. Finalmente se aplica el filtro anticampana ya mencionado y se envía la señal procesada al modulador general que entrega la señal compuesta.

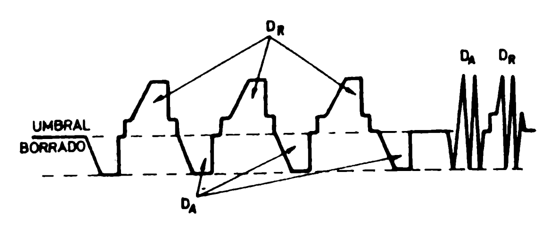


Fig. 114. – Las señales de identificación que usa el sistema SECAM.

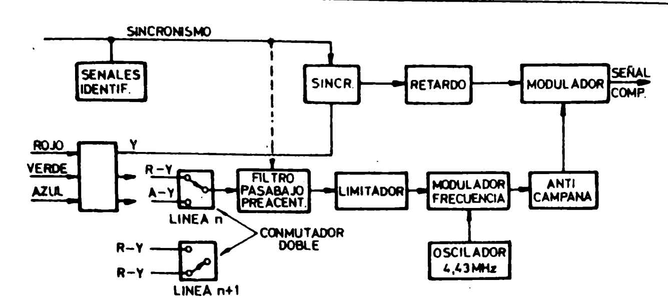


Fig. 115. – Diagrama sintético en bloques de la sección color en un transmisor para normas SECAM.

Pasando ahora al receptor SECAM, en la figura 116 vemos un diagrama sintético del mismo, pero sólo la parte que comprende la sección de color, pues es donde se producen diferencias con las secciones explicadas en este libro. En la parte superior del diagrama se ve la marcha de la sección de luminancia *Y*, la que pasa por un filtro y por una línéa de retardo hasta llegar al cátodo del tubo tricolor. En su camino se le extrae la información de sincronismo de color que comprende los pulsos de referencia y de identificación. Las señales de crominancia se hacen pasar por un filtro pasabanda y otro tipo campana. A partir de allí se forman dos caminos, uno directo y otro a través del dispositivo de retardo; ambas salidas se aplican a un conmutador doble que forma el paso directo o con inversión, según fue explicado y llegamos así a los demoduladores de las dos señales de color. No hace falta reinsertar la portadora pues en el SECAM la misma no se suprime en el transmisor, así que las bandas laterales de las dos señales de crominancia se envían a la matriz para extraer la señal del verde y enviar finalmente las tres señales de los colores básicos a las grillas del tubo tricolor.

La obtención de tres señales a partir de dos matrizadas se realiza en forma similar al sistema empleado en el NTSC y la integración de las señales directa y retardada se efectúa en forma parecida al PAL, de modo que omitimos mayores detalles.

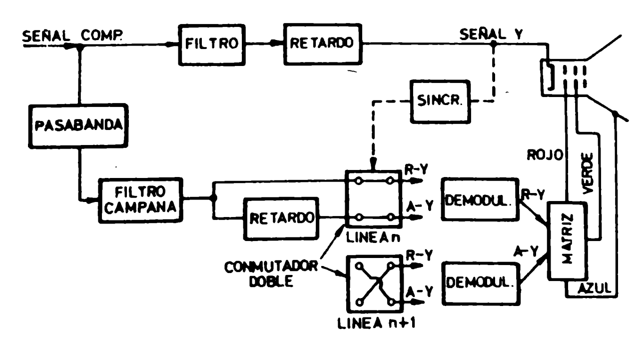


Fig. 116. – Diagrama sintético en bloques de un receptor policromático para el sistema SECAM.

Día 14

La descripción de los otros dos sistemas de televisión policromática que hemos hecho en el capítulo anterior, unida a la del sistema vigente en nuestro medio, nos sirve para tener una idea de cómo se procesan las señales de color en otros países en comparación con el método que se ha adoptado para nosotros. Cabe advertir que dentro de un sistema hay variantes que se denominan normas, y por tanto no debe pensarse que un sistema PAL es igual en todos los lugares donde se lo adoptó, pues hay variantes. De la comparación aludida surgirá el análisis de las posibilidades de adaptar receptores importados para su uso en nuestro medio. Esto quedará condicionado, por supuesto, a la posibilidad de que tal importación pueda hacerse en forma individual, ya que si la realiza una empresa, ella será la encargada de hacer las adaptaciones pertinentes. Y para los casos de tenencia personal de televisores extranjeros, si ello se posibilita, seguramente habrá en el mercado dispositivos adaptadores, pero hay que orientarse sobre cuáles se necesitan y cómo se ubican en el aparato. Por tales razones dedicaremos la presente jornada al análisis de la adaptación de televisores policromáticos que fueron construídos con distintas normas a la que se usa en nuestro país, a efectos de poder utilizarlos aquí. Inclusive, veremos cuáles modificaciones son simples y cuáles pueden desalentar al usuario, lo cual puede influir en el criterio al elegir un aparato para traer consigo.

ADAPTACION DE TELEVISORES DE OTRAS NORMAS

Si damos una mirada al circuito general del televisor policromático que se ha descripto en los capítulos 6 al 11, y analizamos sus diversas secciones que incluyen varios circuitos integrados, se comprenderá rápidamente que una modificación a cualquiera de tales secciones será posible en la medida que la misma no implique cambios en el interior del C.I. o en el conexionado de la plaqueta. Puede cambiarse una bobina, un componente simple, variar la frecuencia de un ajuste o, cuando no quede otra alternativa, cambiar una plaqueta entera. Decimos esto para sentar los principios en que deben apoyarse todas las tentativas de adaptar un televisor diseñado para una cierta norma, para que funcione bajo otra distinta. A estos principios de orden técnico deben agregarse las razones económicas, pues nadie elige el camino más costoso, para llegar a una meta, salvo que se esté ante una disyuntiva de irreversibilidad. Sería el caso de encontrarse con un aparato que no se puede devolver y que hay que hacerlo funcionar aquí, caso contrario el mismo pierde totalmente su valor.

Lo que se ha visto acerca de los tres sistemas de TV-color nos ubica sobre las secciones que pueden ser comunes a ellos y las que presentarán diferencias, importantes o no, pero que serán las que obliguen a realizar modificaciones o a renunciar a hacer la adaptación. Si volvemos un momento a la figura 51, que es más simple que el circuito general de páginas 104 y 105, salta a la vista que los módulos 3 y 4 son los que pueden considerarse claves de las diferencias funcionales. Los otros pueden tener distintas cifras de ajuste; por ejemplo, el ancho de banda en el sistema PAL-N es de 6 MHz, lo que da un ancho de la curva de video menor que en el sistema PAL-B y otros, y que obligará a efectuar retoques en el módulo Nº 1, pero eso no implica cambios de gran importancia. En la decodificación y en el matrizado se encuentran las diferencias sustanciales, y allí es donde deberán realizarse cambios que llegan hasta el reemplazo total del módulo.

Lo que antecede nos coloca frente a un análisis previo al que corresponda para encarar cada una de las adaptaciones que pueden presentarse, que incluso podría darnos como conclusión la de que

no resulta conveniente hacerla.

Normas argentinas de TV-color

Lo primero que hay que hacer para estudiar las posibilidades de adaptaciones de receptores fabricados para otras normas es conocer detalladamente las normas que rigen el sistema de TV-color en nuestro medio, con las modificaciones que el dictamen técnico aconsejó oportunamente.

Así vemos en los cuadros que siguen tales normas que rigen para el sistema PAL-N y que dan especificaciones de todos los detalles que deben cumplirse para la señal policromática.

NORMAS PARA EL SISTEMA PAL-N

CUADRO I

Características básicas de señales de video y señales de sincronización

Nº de Orden	Características	Color PAL-N
1	Número de líneas por imagen	625
2	Frecuencia de trama (valor nominal) Numero de tramas/segundo)	50
3	Frecuencia de línea fh y tolerancia en funcionamiento no sincronizado (Hz)	15625 ± 0,00014
3(a)	Porcentaje máximo de variación de frecuencia de línea (% /s) válido para la transmisión monocroma.	s/esp.
4	Niveles nominales de señal compuesta (%)	
	Nivel de supresión (nivel de referencia)	0
	Nivel máximo del blanco (Fig. 117)	100
	Nivel de sincronización	–43
	Diferencia entre los niveles de negro y de supresión	0
5	Gamma supuesta del dispositivo de presentación para el que se hace la corrección previa de señal monocroma	2,8
6	Anchura de banda nominal de video (MHz)	4,2
7	Sincronización de línea Véase Cuadro I-I	
8	Sincronización de trama Véase Cuadro I-2	

CUADRO I - I

Detalles de las señales de sincronización de línea

Símbolo	Características	Color PAL-N
H	Período nominal de línea (μs)	64
a	Duración de la señal de supresión de línea (μs)	12 ± 0,3
b	Intervalo entre la diferencia de los tiempos (O_h) y el borde posterior de la señal de supresión de línea (μs) (Fig. 117)	10,5
c	Intervalo de reserva (μs)	1,5 ± 0,3
d	Impulso de sincronización (μs) (Fig. 117).	4,7 ± 0,2
e	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los bordes anteriores de la señal de supresión de línea (μs)	0,3 ± 0,1
f	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los impulsos de sincronización de línea (μs)	0,2 ± 0,1

CUADRO I - II

Detalles de las señales de sincronización de trama

Símbolo	Características	Color PAL-N
v	Período de trama (ms)	20
j	Período de supresión de trama (Para H y z, véase el Cuadro I-I	25 H + a
j'	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los frentes de los impulsos de supresión de trama (μs)	0,3 ± 0,1
k	Intervalo entre el borde del intervalo de supresión de trama y el borde anterior del primer impulso de igualación (μs)	s/esp.
l	Duración de la primera secuencia de los impulsos de igualación.	2,5 H
m	Duración de la secuencia de los impulsos de sincronización.	2,5 H
n	Duración de la segunda secuencia de los impulsos de igualación.	$2{,}5H\ ^{+0}_{-2{,}5H}$
p	Duración del impulso de igualación (μs)	2,35 ± 0,1
q	Duración del impulso de sincronización de trama (μs)	27,3
r	Intervalo entre los impulsos de sincronización de trama (μs)	4,7 ± 0,2
s	Tiempo de establecimiento (10 a 90%) de los impulsos de sincronización y de igualación (μs)	0,2 ± 0,1

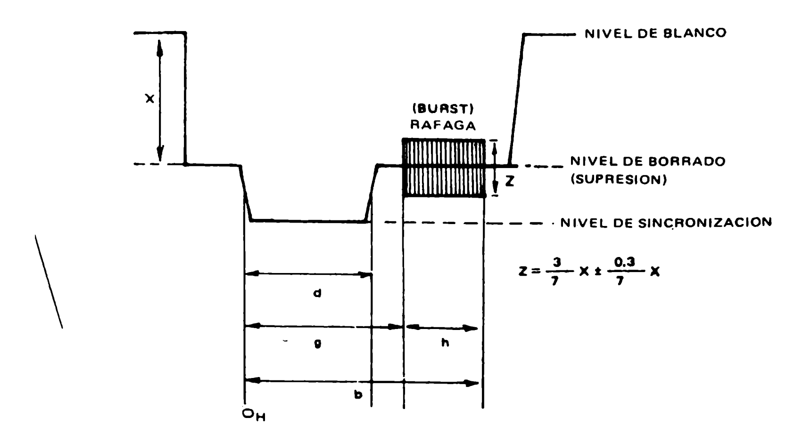


Fig. 117. – Diagrama que muestra la ubicación y características del pulso de borrado o supresión horizontal.

CUADRO II

Características de la señal de video para la televisión en color

N°	Características	PAL – N
2.1	Coordenadas de cromacidad (CIE. 1931) Admitidas para colores primarios del receptor.	x y Rojo 0,64 0,33 Verde 0,29 0,60 Azul 0,15 0,06
2.2	Coordenadas de cromaticidad correspondientes a la igualdad de las señales primarias. $E'_R = E'_G = E'_B$	x = 0,313 Iluminante D 65 y = 0,329
2.3	Valor admitido de gamma del receptor para el que se realiza la precorrección de las señales primarias	2,8
2.4	Señal de luminancia	$E'_y = 0{,}299\ E'_R + 0{,}587\ E'_G + 0{,}114\ E'_B$ E'_R, E'_G y E'_B son las señales primarias con corrección del gamma
2.5	Señales de crominancia (diferencia de color)	$E'u = 0{,}493\ (E'_B - E'_y)$ $E'v = 0{,}877\ (E'_R - E'_y)$
2.6	Atenuación de las señales de diferencia de color	E'u <3 dB a 1,3 MHz E'y >20 dB a 3,6MHz
2.7	Precorrección de baja frecuencia de las señales de diferencia de color	Parámetro de aplicación exclusiva al sistema Secam.
2.8	Error de coincidencia en el tiempo entre las señales de luminancia y de cromihancia (μs)	Sujeto a futuros estudios
2.9	Ecuación de la señal cromática compuesta.	$Em = E'y + E'u \text{ sen } 2\pi f_{sc} t \pm E'v \cos 2\pi f_{sc} t$ en donde E'y véase el 2.4. E'u y E'v véase el 2.5 f_{sc} véase el 2.11 El signo de la componente de E'v es el mismo que el de la ráfaga de subportadora (variando en cada línea) (Véase el N° 2.16)
2.10	Tipo de modulación de la subportadora de crominancia	Modulación de amplitud con portadora suprimida de dos subportadoras moduladas en cuadratura.
2.11	Frecuencia de subportadora de crominancia. a) Valor nominal y tolerancia (Hz) b) Relación entre la frecuencia de la subportadora de crominancia f_{sc} y la frecuencia de línea f_h	3 582056,25 ± 5 Hz $f_{sc} = \left[\frac{917}{4} + \frac{1}{625}\right] f_H$
2.12	Anchura de banda de las bandas laterales de crominancia (modulación en cuadratura de la subportadora) (kHz)	6

	Excursión de frecuencia de la subportadora de crominancia (modulación de frecuencia de la subportadora) (kHz)	f_{sc} + 620 / − 1300
2.13	Amplitud de la subportadora de crominancia	$G = \sqrt{E'^2_u + E'^2_v}$
2.14	Sincronización de la subportadora de crominancia	Ráfaga de subportadora en el umbral posterior de supresión
	g) Comienzo de ráfaga de la subportadora (µs) (Fig. 117).	5,6±0,1 después del instante O_H
	h) Duración de la ráfaga de subportadora (µs) Fig. 117).	2,51±0,28 (9± 1 ciclo)
2.15	Amplitud cresta a cresta de la ráfaga de subportadora de crominancia (Fig. 117).	3/7 de la diferencia entre el nivel de supresión y el nivel de blanco máximo ± 10%
2.16	Fase de la ráfaga de subportadora de crominancia (Fig. 118).	135° con relación al eje E'_u con el siguiente signo: Línea — Trama 1 2 3 4 Impar — + + − − Par — − − + +
2.17	Supresión de la ráfaga de subportadora de crominancia	9 líneas de la supresión de trama. líneas 311 a 319 inc. 623 a 6 inc. 310 a 318 inc. 622 a 5 inc.
2.18	Sincronización de la conmutación de la subportadora de crominancia durante la supresión de línea	Mediante la componente E'v de la ráfaga de subportadora de crominancia (véase el N°2.16)

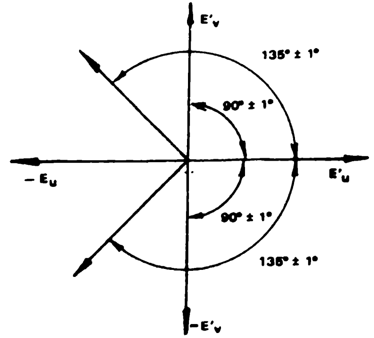


Fig. 118. – Indicación de la fase de la señal de referencia denominada burst o ráfaga.

CUADRO III

Características de las señales radiadas en color

N°	Características	PAL – N
	Separación de frecuencias	
1	Anchura de banda nominal del canal radioeléctrico (MHz)	6
2	Separación de la portadora de sonido con relación a la de imagen (MHz)	+4,5
3	Extremo más próximo del canal referido a la portadora de video (MHz)	− 1,25
4	Anchura nominal de la banda lateral principal (MHz)	4,2
5	Anchura nominal de la banda lateral parcialmente suprimida (MHz)	0,75
6	Mínima atenuación de la banda lateral parcialmente suprimida (dB en MHz)	20 (− 1,25) 42 (− 3,58)
7	Tipo y polaridad de modulación para la imagen.	A 5 C Neg.
8	Niveles de las señales radiadas (% de portadora cresta):	
	Nivel de sincronización	100
	Nivel de supresión	75 ± 2,5
	Diferencia entre el nivel del negro y el nivel de supresión	0
	Nivel de cresta blanco	10 a 12,5
9	Tipo de modulación para el sonido	F 3
10	Excursión de frecuencia (kHz)	± 25
11	Preacentuación para la modulación (µs)	75
12	Relación entre las potencias radiales aparentes imagen/sonido.	10/1
13	Precorrección de las características de propagación de grupo del receptor en frecuencias medias de imagen (ns)	a 1 MHz 0 ± 100 ns a 2 MHz 0 ± 100 ns a 3 MHz 0 ± 60 ns
14	Precorrección de las características de propagación de grupo del receptor en la frecuencia de subportadora de color (ns)	+60 ns − 170 − 40 ns

ADAPTACION DE TELEVISORES

Consideraciones generales sobre adaptaciones

El primer aspecto a tener en cuenta es si una adaptación es aconsejable y ello se vincula a la elección de cual de ellas es la más conveniente. Esto se traduce en que si se nos consulta sobre cuál aparato es más fácil de adaptar a nuestras normas, es lógico que la respuesta apuntará hacia los que tienen normas comprendidas dentro del mismo sistema. Cualquier aparato diseñado para sistema PAL se puede modificar, más fácilmente que los de otros sistemas, a una norma PAL-N. Y de los otros sistemas, sea el NTSC o el SECAM, es menos complejo adaptar un NTSC que un SECAM.

Si vinculamos las consideraciones precedentes a la razón que puede motivar una adaptación, hay que concluir en que se presenta la necesidad de realizarla porque se ha comprado un televisor de color en un país extranjero, muy probablemente porque resultaba más barato o se creía en tal cosa, o se ignoraba que no se podían usar sin modificaciones.

Y entonces surge la situación de que las posibilidades que se pueden presentar son, en una gran proporción, que nos encontremos con algún aparato PAL y tal vez un NTSC, siendo muy difícil que veamos un SECAM, porque todos saben que hemos adoptado un sistema alemán, que no tenemos el sistema francés, y que el americano puede ser modificado. Estas conclusiones de índole popular son realistas y seguramente son las que tendrán en cuenta los fabricantes de adaptadores el día que se presente la posibilidad de hacerlo. Y las mismas conclusiones nos llevan a analizar las adaptaciones entre los aparatos de varias normas PAL y analizar un poco más superficialmente los aparatos de normas NTSC.

Así comenzamos por la adaptación que puede considerarse más simple, que es la de PAL-M al PAL-N, lo que se traduce en usar en nuestro medio un aparato fabricado para Brasil; seguiremos con aparatos fabricados para otras normas PAL, de las cuales es razonable pensar que pueden considerarse las normas B, G e I, y en tercer término se estudiará la adaptación de un aparato NTSC que puede tener origen en los EE.UU. o en otros países americanos excepto el Brasil, a las normas

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA PAL

CARACTERISTICAS	NORMAS PAL COMUNES				
	B	G	I	M	N
Cantidad de líneas por imagen	625	625	625	525	625
Frecuencia de campo (campos por segundo)	50	50	50	60	50
Frecuencia de imagen (imágenes por segundo)	25	25	25	30	25
Frecuencia de línea (líneas por segundo)	15.625	15.625	15.625	15.750	15.625
Ancho de banda de video nominal (MHz)	5	5	5.5	4.2	4.2
Ancho de banda del canal nominal (MHz)	7	8	8	6	6
Separación entre portadoras de video y sonido (MHz)	+5.5	+5.5	+6	+4.5	+4.5
Frecuencia de portadora crominancia (MHz)	4,433618	4,433618	4,433618	3,575611	3,58205625
Bandas laterales color (MHz)	+0,57 – 1,3	+0,57 –1,3	+1,07 –1,3	+0,6 –1,3	+0,62 –1,3
Ráfaga de sincronización (ciclos)	10	10	10	9	9
Frecuencia nominal de la banda lateral vestigial (MHz)	0.75	0.75	1.25	0.75	0.75
Polaridad de la modulación de video	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
Modulación de sonido	F M	F M	F M	F M	F M
Pre - énfasis (micro segundos)	50	50	50	75	75
Desviación de frecuencia (KHz)	±50	±50	±50	±25	±25

PAL-N.

Adaptación de un aparato PAL-M a PAL-N

Cuando se debe considerar un caso de adaptación de aparatos de distintas normas dentro del sistema PAL, conviene ubicarse en los detalles que establecen las diferencias entre las diversas normas que existen dentro de este sistema. La tabla que da las *Características principales del sistema PAL*, que adjuntamos, nos ilustra convenientemente sobre ese particular, comparando las que rigen en otros países con la que usamos en el nuestro.

Hay un principio que rige toda adaptación de televisores de diferentes normas y es:

El primer paso de toda adaptación consiste en adaptar a las normas N el funcionamiento del televisor con programas de blanco y negro. Luego se encara la modificación de las secciones de crominancia.

De acuerdo con la premisa que antecede, veamos el primer paso para adaptar un receptor policromático PAL-M, que seguramente proviene del Brasil, a nuestro medio. El primer detalle es que en ese país las redes de canalización son de 110 V 60 Hz y por lo tanto debemos usar un transformador de entrada de 220/110 V para poder conectar a nuestras redes el aparato. Hay televisores para 110 V que tienen un conmutador de entrada que permite su conexión a redes de 220 V; obviamente, en ese caso no necesitamos el transformador adaptador. El problema de la diferencia de frecuencia se presenta en el detalle que para 50 Hz se requiere mejor filtrado que para 60 Hz, pero en los aparatos modernos no se presentará inconveniente por ese detalle, ya que están dotados de filtrado suficiente.

Pasando al conjunto de tratamiento de la señal de entrada, no hay aquí que hacer ninguna modificación, pues la distribución de canales, el ancho de cada canal (6 MHz) y la separación de portadoras, coinciden en las normas M y N. Luego, la sección de FIV y FIS pueden usarse en la forma como vienen en el receptor PAL-M.

El primer problema que se presenta es la diferencia en las frecuencias de los barridos, pues según la tabla dada vemos que en el M esas frecuencias son 15.750 Hz para el horizontal y 60 Hz para el vertical, mientras que en el N son 15.625 Hz para el horizontal y 50 Hz para el vertical. Surge de esas cifras, y en la práctica se comprueba, que el barrido horizontal funciona perfectamente bien sin cambios, salvo un pequeño retoque el control de enganche horizontal, debido a la muy pequeña diferencia entre esas dos frecuencias.

En el barrido vertical hay una diferencia mayor, pero no se necesitan realizar cambios en el circuito. Un retoque de los controles de altura y linealidad, que siguen al de enganche vertical, nos lleva a imagen coherente. Al retocar el enganche para ajustar funcionamiento en 50 Hz, se produce un aumento de altura en la imagen, acompañado de una deformación ligera, detalles que se corrigen con los controles mencionados.

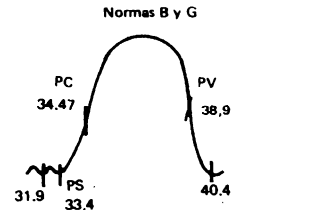
Con lo que antecede hemos cumplido con la condición de revisar primero el funcionamiento adaptado en programas de blanco y negro; pasemos al sistema cromático. El primer detalle surge también de la tabla y es que la frecuencia de la portadora de crominancia es de 3,575611 MHz, por las razones vistas en la figura 49, en el PAL-M y de 3, 58205625 MHz en el N; además, el retardo fijado en el M es de 63,484 ± 0,01 μs y en el N 63,929 ± 0,005 μs. La solución para esta diferencia es que debe cambiarse el cristal del oscilador de crominancia y la línea de retardo del codificador. Cabe hacer notar que la línea de retardo es de fabricación europea y en la nómina figura la que se necesita para esta adaptación. El cristal, que sabemos se usa de frecuencia doble a la de crominancia, se prepara en plaza y debemos pedirlo para una frecuencia de: 7,16411250 MHz. Sobre este cristal arriesgaremos una opinión: que antes de cambiarlo y teniendo lista toda la parte restante de la adaptación, hagamos la prueba con el cristal que trae el aparato de normas PAL-M.

Ahora viene la sección de crominancia, a la cual le ajustamos la frecuencia y le cambiamos la línea de retardo. Teóricamente habría que hacer muchas cosas, pero la escasa diferencia entre las frecuencias mencionadas antes permiten solucionar el problema con un retoque en las trampas del demodulador, en los terminales de la línea de retardo y en el amplificador pasabanda.

Todo lo dicho debe ser tomado con cierto optimismo, pues las cifras de las normas son tan próximas que sería factible prescindir de algunos aspectos de la adaptación. Lamentablemente, al escribir estas líneas no se pudo realizar tal prueba por no haber emisión de señales PAL-N en nuestro medio.

Adaptación de otras normas PAL al PAL-N

De las normas PAL existentes en Europa y atendiendo a la posibilidad de que se adquiera un televisor allí para traerlo a nuestro país, podemos considerar los que se encuentran en Alemania, Holanda, Dinamarca e Inglaterra. En el primer grupo de



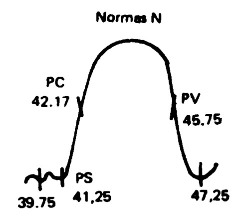


Fig. 119. – Comparación de los oscilogramas de video en señales de normas PAL–B con las PAL–N. En el gráfico PV marca la portadora de video, PS la de sonido y PC la subportadora de crominancia. Las frecuencias se dan en MHz.

países encontramos las normas PAL-B y PAL-G y en Inglaterra las PAL-I. En la tabla de características podemos comprobar que el B se aparta menos que los otros dos de las normas N, de manera que resulta aconsejable elegir un PAL-B por tal razón.

Las diferencias apuntan hacia el ancho del canal de TV, de la banda de video, separación de las portadoras y entre éstas y la subportadora de crominancia, y con ello tenemos diferencia de frecuencia del cristal del oscilador de crominancia y en las características de la línea de retardo. La figura 119 muestra las frecuencias típicas para el ajuste en las normas B y G comparadas con las N, a efectos de que se palpe el problema en su verdadera magnitud.

Las diferencias apuntadas no se resuelven con un reajuste del canal de video y un cambio de componentes en el canal de crominancia, sino que obliga a cambiar algunas bobinas y resistores. En el sintonizador el cambio llega a un reajuste general en los canales y un cambio en la indicación de sintonía. Veamos una reseña de esta operación.

La frecuencia del canal de sonido por interportadora es de 5,5 MHz en las normas B y G y de 6 MHz en las I, para 4,5 MHz en las N. A tal diferencia se agrega que la desviación de frecuencia de las tres normas europeas es de 50 KHz, mientras que la norma N tiene solamente 25 KHz. Esto obliga a cambiar el factor Q de las bobinas por requerirse lograr el máximo de sonido con una desviación de solamente la mitad de frecuencia.

Pasando a la sección de crominancia, encontramos que la subportadora respectiva tiene una frecuencia de 4,433619 MHz en las normas europeas y 3,58205625 en la norma N. Esta diferencia es tan importante que además de cambiar el cristal del oscilador de crominancia, deben cambiarse todas las bobinas de la sección. El cambio queda especificado como imprescindible para las bobinas de la línea de retardo, el circuito pasabanda de entrada y las trampas de onda que deben pasar de la frecuencia mayor dada a la menor, usada en nuestro sistema. Sin embargo, es posible que no se necesite cambiar la línea de retardo, pues la que traen los receptores europeos es de 63,943 ± 0,005 µs y el PAL-N necesita 63,929 ± 0,005 µs. Esta ligera diferencia que con la tolerancia apuntada baja a sólo 0,004 µs puede compensarse ajustando las bobinas terminales de la línea de retardo.

Las conclusiones anteriores pueden parecer pesimistas al lector, porque la cantidad de operaciones a realizar desalienta al operador poco experto, situación que se agrava por la necesidad de disponer de instrumental adecuado para verificar cada cambio y ajustar el componente a sus rígidas condiciones de trabajo. Pero la técnica moderna no deja de resolver los problemas que surgen y más adelante hablaremos de los dispositivos que pueden incorporarse a un televisor para adaptarlo a normas diferentes de las que se usaron en su diseño. Mientras sigamos con las adaptaciones.

Adaptación de NTSC a PAL-N

Si bien la adaptación de los sistemas PAL europeos puede haber aparecido como compleja, la de receptores NTSC a nuestras normas presentan aún mayores dificultades. Si se está frente a un televisor construído con sistema NTSC pero con normas N, que son las vigentes en todos los países americanos con redes de 50 Hz, puede encararse la adaptación siguiendo el método antes explicado. Primero se adaptará el funcionamiento en blanco y negro, y luego se encarará la parte cromática. Es decir que para normas NTSC-N, no habrá que cambiar las frecuencias de los barridos, de modo que salvo la tensión en la línea que puede ser diferente y que se obvia tal diferencia con un transformador, todo queda solucionado. Si es un aparato NTSC, pero de normas M, o sea correspondientes a 60 Hz de frecuencia en la línea de canalización, la adaptación de los barridos ya fue explicada para el paso de PAL-M a PAL-N, de manera que nos es conocida.

Pasando ahora a la sección de crominancia, hay que reemplazar la plaqueta que contiene el demodulador NTSC por otra que contenga similar equi-

po pero PAL-N, incluyendo línea de retardo y todos los detalles que vimos en el capítulo 7. Obviamente el reemplazo de las plaquetas deberá acompañarse de un estudio de interconexiones, de si las tensiones de alimentación coinciden, de los ajustes a realizar y todos los detalles inherentes a poner en marcha la sección de croma de un televisor de color.

Evidentemente, el panorama que se ha planteado sobre la adaptación era más o menos simple en el primer caso, de PAL-M a PAL-N, se complicó bastante en el caso de cambio de otras normas PAL por la PAL-N y aparece como casi inaccesible en el último planteo de la adaptación del NTSC. Pero recordemos que mencionamos que se está frente a un equipo que no puede usarse, o sea un enfermo desahuciado, y tenemos un tratamiento costoso a aplicar, para darle vida. Con conocimientos sobre el funcionamiento de todos los sistemas y normas y un razonablemente aceptable laboratorio de electrónica puede encararse la tarea de "salvar" esta clase de enfermos, porque seguramente habrá muchos casos. . .

Transcodificadores de sistemas

Lo dicho hasta aquí en este capítulo nos plantea un panorama de diferentes matices, si se estudia la posibilidad de adaptar televisores policromáticos diseñados para un dado sistema y dentro del mismo, para una dada norma. Vimos que era relativamente simple adaptar una norma PAL-M a la PAL-N vigente en nuestro medio; pero las otras adaptaciones presentaban dificultades que eran de cierta importancia al querer pasar de los otros sistemas PAL al nuestro y tales dificultades aumentaban cuando el cambio se refería a la transformación del NTSC al PAL-N.

La lógica nos dice que habiendo evolucionado la industria electrónica aplicada a la televisión en la forma como es notorio, no podía dejarse de lado el problema de la situación que se crea por la variedad de normas vigentes en el mundo. La gran industria del ramo, con avanzados laboratorios de investigación, tenían forzosamente que adelantarse a los hechos y prever la posibilidad de ampliar sus mercados. La situación se particulariza en el caso de los países que tienen normas PAL-N que son hasta el presente Argentina, Paraguay, Uruguay y Bolivia, si bien hasta ahora sólo los dos primeros adoptaron la TV-color.

Si bien las investigaciones para diseñar adaptadores son amplias y cubren otros campos que no nos interesan en nuestro medio, es conveniente conocer los resultados en lo que nos concierne.

Partamos de la definición fundamental. Todo sistema diseñado para adaptar una norma a otra se llama *transcodificador* y la operación *transcodificación*. En particular, el dispositivo que nos interesa es el transcodificador que sirve para adaptar cualquier norma a la PAL-N y trataremos uno que ya existe y es el PAL-B a PAL-N, o sea el que sirve para adaptar una emisión policromática de normas alemanas a las normas vigentes en nuestro medio. Dicho en otros términos, se recibe vía satélite por ejemplo, una transmisión desde Alemania en normas PAL-B y se la debe transcodificar aquí para emitirla en normas PAL-N.

El proceso se realiza en la forma que esquematiza la figura 120. La señal de entrada está codificada en PAL-B y debe ser sometida a una se-

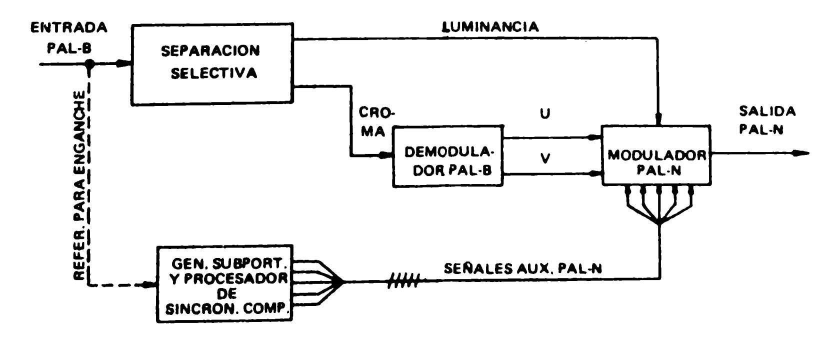


Fig. 120. – Diagrama esquemático de un transcodificador para adaptar una señal de TV-color formada bajo una norma PAL-B a una norma PAL-N.

paración de su parte de luminancia de la de crominancia. Luego, la segunda parte se somete a una demodulación para obtener las dos señales de color U y V. Sigue una recodificación de estas señales para formar una nueva señal de crominancia ajustada a las nuevas normas y hecho ésto se agrega la señal de luminancia antes separada para obtener la señal de video completa, con una portadora en la frecuencia conveniente, distinta de la original.

Lo mencionado es de aplicación en emisores de TV-color, pero deja flotando la idea de usar similares principios para transcodificar señales en el receptor. Sabemos que el módulo de señal, común en todos los televisores, entrega señal de video compuesta que responde al espectro dado por la figura 39 en la TV-color de nuestro país. Esta señal tiene sus partes de luminancia y de crominancia que se procesan separadamente en el televisor. La señal de luminancia sigue un camino separado para entrar nuevamente en funciones en el matrizado (ver figura 51 y circuito general). Entonces interesa especialmente el tratamiento que se da a la señal de crominancia que tiene una subportadora que debemos reinsertar en el demodulador, y dos bandas laterales que debemos matrizar para obtener las tres señales de color R, V y A. Esto nos dice que es posible diseñar un circuito que realice ese conjunto de operaciones según la norma PAL-N y no según la norma que posee el aparato que debemos adaptar. Este procedimiento es el que se aconsejó para la adaptación NTSC a PAL-N, pero las interconexiones y demás detalles particulares no estaban contempladas.

La solución sería entonces diseñar una plaqueta que respondiera a los módulos 3 y 4 de la figura 51, pero que se pudiera colocar a un televisor que se fabricó para otras normas, a fin de que sirva en nuestro medio. Creemos que eso es perfectamente posible y que será seguramente fabricado en el futuro.

Día 15

Hemos llegado a la última etapa del camino trazado, el que comenzó con un estudio de la visión de los colores y pasó por la conversión de los mismos en señales eléctricas, las que convenientemente procesadas proporcionaban el colorido en la imagen de televisión, la cual en su versión de blanco y negro la dimos por conocida. No puede ocultarse la complejidad del proceso que hemos estudiado, ni el hecho de que para llevarlo a cabo se requieran circuitos enmarañados, con infinidad de componentes, si bien una gran cantidad de ellos aparecen formando parte de los espectaculares circuitos integrados que ya son inseparables de los equipos electrónicos modernos. Una vez que llegamos al análisis del televisor policromático completo, para lo cual se eligió un prototipo de los que funcionarán en nuestro medio, cabe reflexionar sobre la posibilidad de que alguna de las múltiples funciones que se cumplen en el mismo sufra una irregularidad por alteración o deterioro de uno o varios componentes. Tal circunstancia recibe el nombre de falla y cuando ocurre hay que eliminarla, pero para ello previamente hay que localizar al, o a los causantes de la misma. Un televisor de color sufre las mismas fallas que los monocromáticos, y de ellas nos hemos ocupado en el tomo de esta colección dedicado al Service de TV, y además está propenso a fallas de las secciones específicas para tratamiento de las señales de color; de esto último nos ocuparemos en este capítulo. Resulta comprensible que, dada la extensión de este libro, queda poco espacio y por tanto el tema se limitará a dar una orientación general de localización de las fallas comunes.

REVISION DEL TELEVISOR DE COLOR

Desde que nuestra televisión policromática funciona basada en el sistema PAL no es erróneo suponer que las fallas de los receptores que habrá en uso serán similares a las de otros que existen en países del mismo sistema; en esto no interesa mucho que las normas N tengan algunas diferencias en las cifras con las otras normas PAL. Por tal razón hemos seleccionado una serie de fallas, de las más comunes, para describirlas y orientar así a los lectores sobre la manera de hacer el análisis del eventual funcionamiento defectuoso de un televisor policromático. Seguramente habrá verdaderos catálogos de fallas, clasificadas de alguna manera, para que el usuario pueda descubrir por sí o con el idóneo auxilio técnico, el lugar o sección del aparato que tiene el inconveniente y la manera de solucionarlo.

Reglas básicas

La búsqueda de fallas en el televisor de color por análisis de la imagen puede hacerse de muchas maneras, pero la experiencia recogida en otros lugares que ya disponen de la misma desde hace varios años, permite aconsejar métodos racionales para realizar tal búsqueda. Uno de ellos recomienda sujetarse a tres reglas básicas en toda situación de funcionamiento irregular, que son:

Regla 1: Corrección de trama e imagen en blanco y negro.

Regla 2: Color con reproducción normal.

Regla 3: Señal compuesta de color correcta.

Considerando la primera regla, para verificarla se seleccionará una emisión monocromática o, como alternativa, se accionará el supresor de color, eliminándolo a fin de tener imagen monocromática. La comprobación tiene dos aspectos:

Un primer problema es que el televisor funcione correctamente en lo que respecta a las secciones

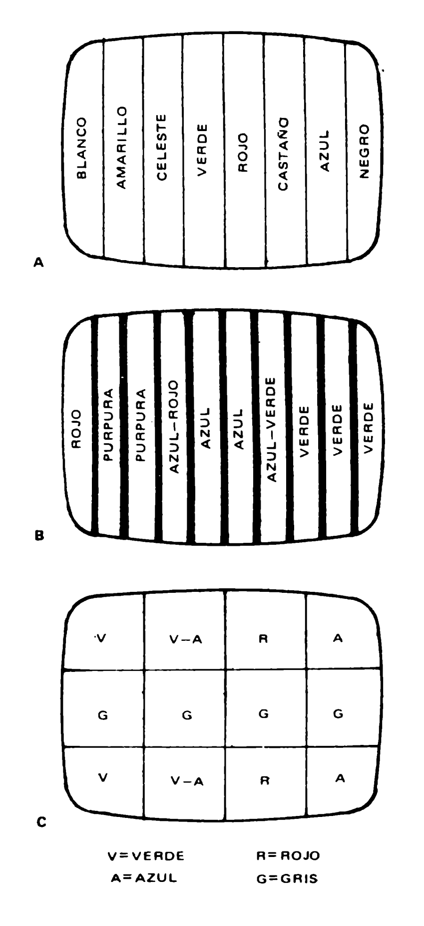


Fig. 121. – Aspecto de la imagen en el televisor que proporcionan los tipos comunes de generadores de color; *A* es el de barras, *B* el "arco iris" y *C* el de cuatro vectores.

que no procesan el color, por ejemplo sintonizador, canal de FIV, canal de FIS, barridos, fuente de EAT, alimentación general y tubo de imagen.

La técnica de revisión de fallas en las secciones nombradas corresponde a la usada tradicionalmente en la televisión monocromática, y por tanto es conocida por los lectores o puede verse en libros sobre tal tema, entre ellos el perteneciente a esta colección y dedicado al Service de TV.

El otro aspecto se refiere a que para dar imagen perfecta en blanco y negro cuando la señal recibida es policromática, debe funcionar bien la correlación de las secciones decodificadoras y de matrizado, ya que la imagen se forma por combinación de los tres colores básicos. Por tal razón, durante la revisión debe eliminarse el color o llevar a cero el contraste del mismo.

Si se cumple la primera regla, el análisis puede encarar la segunda. Para realizar tal cosa puede usarse señal policromática captada o usar un generador de color de los que existan en plaza. Estos generadores suministran en la pantalla un esquema cromático que puede ser de varios tipos. A título de ejemplo, mostramos la apariencia de la pantalla para tres tipos muy comunes en Europa de generadores de color. La figura 121A muestra el uso del generador de franjas tipo FuBK, la 121B la que corresponde al llamado generador de *arco iris* y la 121C al tipo de *cuatro vectores,* como los Grundig FG5 y FG21.

Mediante estos generadores puede analizarse la separación de la señal de color, el amplificador respectivo, las etapas excitadoras, el separador del burst, el decodificador PAL, el conmutador y las etapas finales, que comprenden las matrices *R, V* y *A*. A tales secciones principales se agregan las auxiliares, como el oscilador de subportadora de color, detector de fase del burst, generador de la senoide de media frecuencia de línea, etc.

Suponiendo que se ha comprobado el cumplimiento de esa segunda regla, y dada por cumplida la primera, podemos pasar a la tercer regla que se refiere a la señal. La misma puede ser rastreada y comprobada mediante métodos oscilográficos, buscando comparar siempre el obtenido en funcionamiento con cada oscilograma típico que se da en los manuales de servicio. Si recordamos el esquema general del televisor que hemos descripto en los capítulos 6 a 12, comprobaremos que en el mismo se dieron numerosas figuras oscilográficas en distintos puntos del circuito. Los manuales de servicio que suministran los fabricantes de aparatos o de partes para armarlos dan una serie detallada de tales oscilogramas.

Después de la breve introducción planteada, pasemos a analizar las fallas más comunes que se presentan en los televisores policromáticos, para que sirva de orientación al lector. La experiencia que adquiera en el banco de trabajo hará el resto.

Matices de la trama

En este primer caso de análisis, la regla 1 no se cumple, pues al haber desajuste de matices la ima-

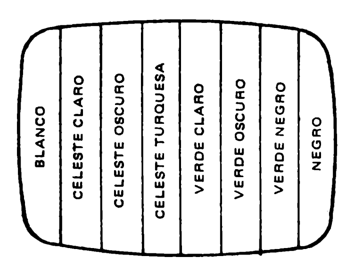


Fig. 122. – Efecto de superposición del verde sobre la gama de grises.

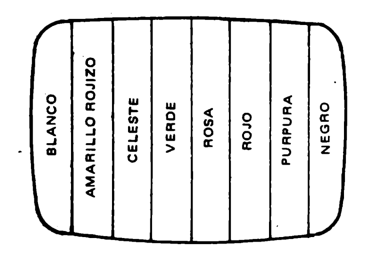


Fig. 123. – Efecto de la superposición del rojo sobre la gama normal de colores.

gen monocromática tiene desajustes en los grises. Para tener una idea de ello observemos la figura 122, que muestra el caso en que el color verde de la trama se superpone a la escalera de grises. Como consecuencia hay preponderancia de ese color y faltan prácticamente los otros dos matices básicos. Otro ejemplo, siempre referido al desplazamiento provocado por un matiz básico, lo da la figura 123 en la que sobre la serie de barras cromáticas normales aparece superpuesto un matiz general rojo.

No siempre la deformación la produce un color básico, sino que puede ser uno compuesto. Ejemplo de ello lo da la figura 124, en la que la serie de barras cromáticas tiene superposición de un matiz general amarillo. Como estos ejemplos, podrían darse otros, pero siempre el efecto visible es del mismo tipo.

Las causas de la anomalía son varias; podemos enumerar las más comunes: el ajuste de gris no es el correcto; las tensiones en el tubo de imagen no son las indicadas; realimentaciones indebidas en las etapas finales de croma; alteraciones en las excitaciones de los vectores *R, V* y *A*, etc.

Pureza del color

Por las mismas razones que se dieron en el caso anterior, la regla 1 no se cumple. La apariencia de la pantalla al aplicar el generador de franjas es la que muestra la figura 125. Aparecen zonas con matices erróneos sobrepuestos a las barras monocromáticas, agrupadas en ángulos de la pantalla, o generalizadas. Si se hace funcionar solamente un matiz del generador, la pantalla aparece en forma similar a lo que muestra la figura 126, en la que actuó el rojo solamente. La aparición de matices erráticos es variada.

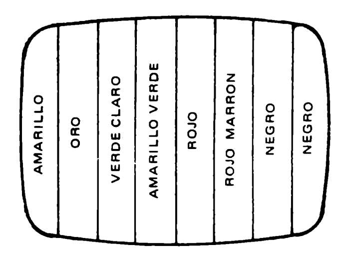


Fig. 124. – Efecto de superposición de un color secundario sobre la gama normal; en este caso es el amarillo.

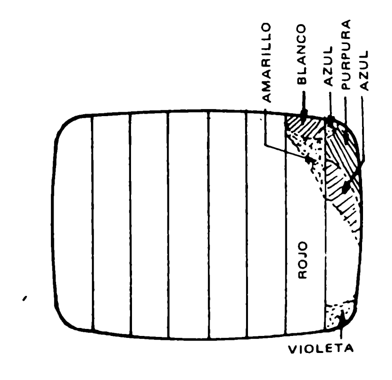


Fig. 125. – Defecto en la pureza de color que aparece en algunas de las barras.

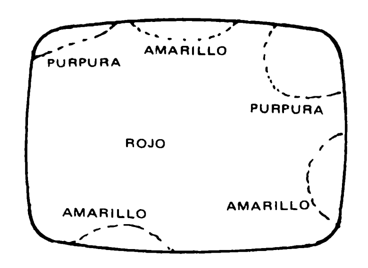


Fig. 126. – Defecto que ocurre en la pureza del color en la trama del rojo.

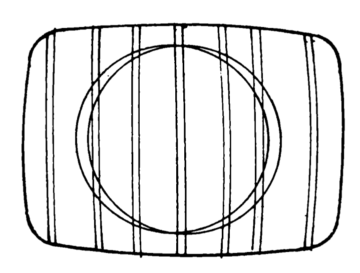


Fig. 127. – Defecto que aparece como un doble contorno que ocurre por falla en la línea de retardo de luminancia.

Una de las causas puede atribuirse a perforación de la máscara selectora del tubo, por defectos en la suspensión de su bastidor. También puede estar fallada la desmagnetización automática. Y como origen raro, puede haber influencias magnéticas externas, como las ocasionadas por objetos colocados en la proximidad del televisor, y teniendo los mismos campos magnéticos propios. También, aunque parezca dudoso, si se gira el televisor mientras funciona, el campo magnético terrestre puede ocasionar este tipo de disturbios. Y no hay que desechar la posibilidad de que desajustes de la convergencia pueden afectar a la pureza del color.

El ajuste del aparato para volverlo a la normalidad debe hacerse preferentemente con una trama gris, pues si se usa una monocromática pueden introducirse errores.

Línea de retardo de luminancia

Si se produce una avería en la línea de retardo de la señal *Y*, como podría ser la falta de masa del conductor de la cinta, se observa en la pantalla lo que muestra la figura 127. Hay un desplazamiento de la imagen en las frecuencias más altas, lo que asemeja un fantasma de perfil doble, con separación de 6 a 8 mm. Este detalle es observado al querer verificar la regla N° 1, o sea la corrección de imagen en blanco y negro.

Si se verifica la imagen con color, se observará un desplazamiento entre las señales de luminancia y crominancia, como lo muestra la figura 128. Aparecen rayas oscuras entre las franjas cromáticas.

Cualquier alteración en la línea de retardo que afecte a su impedancia puede producir defectos en la imagen como los comentados, que se traducen en que se altera la separación entre la señal de crominancia y la de luminancia.

Supresor de color

Estamos frente a un caso en que se cumple parcialmente la regla 1 y totalmente la 2, es decir que

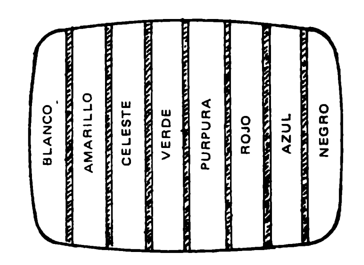


Fig. 128. – Falla que ocurre por desplazamiento entre las señales de crominancia y luminancia.

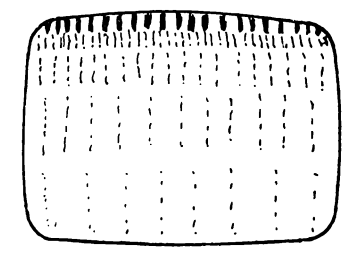


Fig. 129. – Efecto de los ruidos en el color de la imagen. Además de manchitas se ve un coloreado inestable.

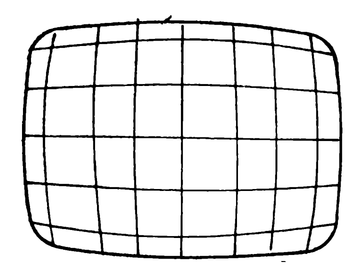


Fig. 130. – Típica deformación almohadón en la trama de la pantalla.

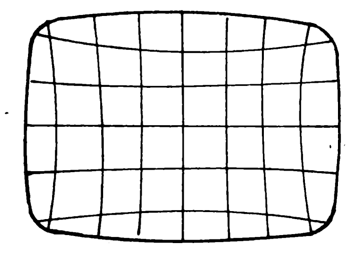


Fig. 131. – Aquí la deformación tiene sentidos inversos a los de la figura anterior.

tenemos imagen en color perfecta pero hay una aparición de pintas coloreadas en la imagen de blanco y negro, como si hubiera un salpicado que quiere mostrar la figura 129. Exhibe una mayor densidad en la parte superior y menor hasta desaparecer hacia la base de la pantalla.

Esta falla se debe a un desajuste en el supresor de color, que tiene una falla funcional o total. Al no suprimirse totalmente el color cuando se hace intervenir a tal supresor o killer, aparecen señales de video que caen dentro de la gama pasante en la etapa de crominancia y son demoduladas con fase arbitraria. Esto produce interferencias coloreadas en la imagen.

Este fenómeno puede presentarse cuando durante las emisiones de color se pasan cortos publicitarios en blanco y negro y no se elimina el burst. Pero ello no es remediable por parte del usuario.

Cabe advertir que la falla comentada no impide presenciar programas policromáticos, sino que el salpicado se torna molesto cuando es frecuente o adquiere magnitudes de importancia.

Deformación de la trama

La trama debe formar un reticulado con líneas horizontales y verticales bien rectas y regularmente espaciadas y si así no ocurre, la deformación afecta al funcionamiento en blanco y negro y a la imagen en color; estamos ante un caso de falta de cumplimiento parcial a la primera regla.

Se presentan tres casos típicos en este tipo de falla. Uno es cuando las líneas horizontales acusan curvatura de tipo divergente, tal como lo muestra la figura 130. Se denomina a esta configuración como deformación almohadilla o cojín. Al mismo tipo de falla pertenece el caso exhibido en la figura 131, en el cual la deformación es convergente. La anomalía debe buscarse en los dispositivos que precisamente se denominan antidistorsión almohadilla y en los correctores de linealidad.

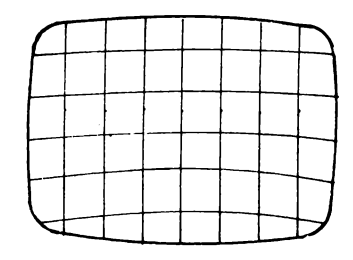


Fig. 132. – Defecto en la simetría Norte-Sur visible en la trama de la imagen.

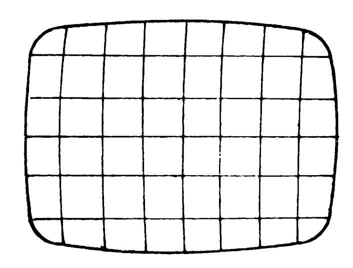
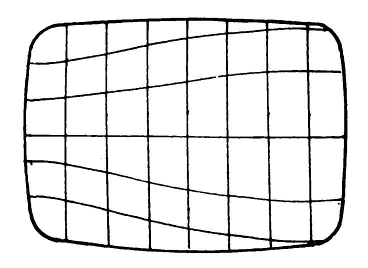


Fig. 133. – Defecto en la simetría Este-Oeste visible en la trama.



Fir. 134. – Defecto en la trama motivado por falla de la fase Norte-Sur.

Otro caso es cuando aparecen curvaturas en una sola de las series de líneas que forman la trama, por ejemplo el caso ilustrado en la figura 132, que muestra las líneas verticales correctas y curvatura en las horizontales. Evidentemente se trata de un mal ajuste de la convergencia Norte-Sur y allí debe actuarse. Esta falla se atribuye a la simetría *N-S*.

Y también tenemos el caso de mal ajuste de la convergencia Este-Oeste, en cuya situación la trama muestra líneas horizontales perfectas y curvatura en las verticales. Se muestra en la figura 133 y se atribuye a la simetría *E-O*.

Sobre estos dos últimos casos hay que recordar que muchos televisores de color tienen ajuste automático de una de las convergencias. Por ejemplo el equipo que hemos descripto en este libro tenía corrección automática Norte-Sur y un dispositivo para la corrección E-O. Obviamente si presenta la falla de la figura 133 ya sabemos donde hay que actuar.

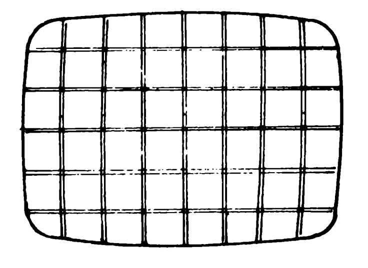


Fig. 135. – Típica falla de la convergencia estática, que es visible en la trama.

Algunas veces la falla se presenta en la fase de la corrección de trama; por ejemplo, la figura 134 muestra un caso de fase incorrecta Norte-Sur, que se evidencia por presentar diferencias de altura de imagen en un extremo con respecto al otro. Por supuesto que la deformación puede presentar el aumento de altura en el borde izquierdo y la fase incorrecta puede aparecer en las líneas verticales en lugar de las horizontales.

Todos los casos precedentes y los similares que no se han ilustrado pertenecen a una misma tipificación y su solución abarca las secciones de ajustes de trama y de linealidad, secciones perfectamente identificadas.

Defectos en la convergencia

Estamos también en este caso en un tipo de falla que afecta a la imagen monocromática y policromática, y la regla primera se cumple sólo parcialmente. En lo que respecta a la apariencia de la falla en la pantalla debemos distinguir entre tres casos diferentes, referidos a la convergencia *estática*, convergencia *dinámica* y convergencia *angular*.

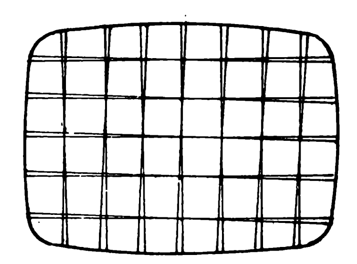


Fig. 136. – En este caso la falla ocurre en la convergencia dinámica.

El primer caso se refiere al defecto que muestra la figura 135, notándose que hay deslizamientos paralelos de las líneas de la trama. En general puede actuarse en los imanes de posición y en los potenciómetros previstos para este tipo de ajuste e inclusive los mismos deben ser revisados por si están defectuosos. Es poco frecuente que aparezca la falla en la convergencia estática por causas externas, pero no hay que descartar eso en forma absoluta.

La convergencia dinámica defectuosa se presenta en la forma como la muestra la figura 136 o en otras similares. Los desplazamientos en la trama

adquieren un carácter angular que puede ser nulo en el centro de la pantalla y más notable hacia los bordes. Incluso se presentan separaciones en líneas de los diferentes colores básicos al aplicar color a la imagen. Si recordamos el televisor que hemos descripto en este libro, el mismo estaba provisto de una sección correctora de tolerancias (figura 73) y una corona para ajustes de convergencia (figura 95). Ya tenemos en tal caso donde acudir para corregir cualquier defecto en la convergencia dinámica. En televisores de diferente factura que el mencionado, habrá seguramente secciones destinadas a actuar sobre la convergencia dinámica.

Y con respecto a la convergencia que hemos llamado angular, cabe aclarar que la misma es un caso extremo que presenta grandes desviaciones de las líneas de la trama hacia las esquinas de la pantalla, exagerando el efecto mostrado en la figura 136. El tratamiento debe enfocarse en las mismas secciones que son responsables de fallas en la convergencia dinámica.

Señal de luminancia

La señal de luminancia es la única que interviene en la formación de imágenes en blanco y negro, y si hay una falla en ella deja de cumplirse la regla 1, pero en programas de color, si bien la imagen se forma con las señales de crominancia, la luminancia interviene de manera inexcluyente en el matrizado. Por tal motivo, las fallas en la sección de luminancia repercuten en la formación de colores. Entonces tampoco se cumple la regla 2. La regla 3 puede cumplirse, pero la imagen es incorrecta.

El caso puede ejemplificarse con lo que muestra la figura 137 con respecto a la sucesión de colores, si se la compara con la figura 121 que muestra la

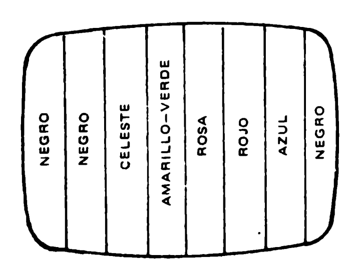


Fig. 137. – La pantalla nos muestra esta imagen de barras del generador cuando falta la señal *Y*.

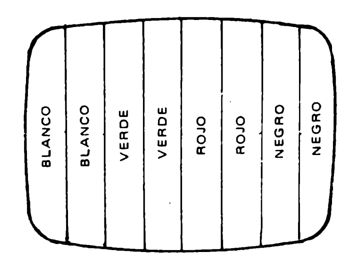


Fig. 138. – Imagen de color del generador de barras cuando falta el vector *(A – Y)*.

sucesión normal. La figura 137 exhibe lo que ocurre si se suprime la señal *Y*. Efectos no tan notables aparecen si en lugar de faltar, la señal es defectuosa.

Debe procederse a revisar metódicamente toda la sección de luminancia, desde su salida del detector de video en la plaqueta de señal, paso por el decodificador, matriz y línea de retardo, trampa de 3,58 MHz, etc.

Moiré en la imagen

Este fenómeno era conocido en la televisión monocromática y aparecía vinculado con interferencias externas sobre la señal. Se trata de una serie de rayas paralelas segmentadas que se alínean en forma recta o curva y que pueden aparecer acompañadas por efectos en el sonido, como campanilleo, silbidos entrecortados, etc.

Su origen es muy variado. Puede ser muy aguda la sintonía fina. Puede ser insuficiente la supresión de la frecuencia clave en la entrada del canal de color. Hay casos de inestabilidad en el oscilador local del sintonizador. Puede estar fuera de punto el supresor de ruido en el demodulador de video. Y finalmente, puede ser originado en una interferencia externa.

No hay color en la imagen

Tenemos cumplimiento total de la regla 1 y también de la 3, pues hay señal de color, pero la misma no se traduce en color en la pantalla. Enumerar las causas de esta falla es laborioso, pues puede radicarse en cualquier parte del circuito por donde circulan las señales de color, desde la entrada del decodificador hasta la aplicación al tubo de imagen. Se impone entonces una búsqueda minuciosa y progresiva, verificando las amplitudes y for-

mas de onda que especifica el manual de servicio para cada punto del circuito.

Si la falta de color está acompañada de incumplimiento de la regla 3, o sea que la señal de color detectada no es correcta, el campo de investigación se amplía, pues hay que agregar la sección de señal, que abarca desde la antena hasta la salida del detector de video. Si recordamos la figura 39, se comprende de inmediato que si el ancho de la modulación de video no alcanza a abarcar la parte que contiene la subportadora de color o su banda lateral derecha, se producirá deficiencia o supresión de la señal de color. Es decir que podemos tener una serie de plaquetas que procesan la señal de crominancia y no tener color en la pantalla.

Contraste incorrecto de color

Se considera incorrecto el contraste de color cuando es demasiado débil o demasiado fuerte. Cuando es débil, la trama gris se presenta correcta, o sea que se cumple la primera regla, pero no se cumplen las segunda y tercera, ya que hay deficiencia desde la señal misma de color.

Las causas hay que buscarlas en la antena, línea de acoplamiento al televisor, reducción del ancho del canal de FIV, fallas en el sintonizador, sección demoduladora.

En el caso de que la señal de color es buena, o sea que se cumple la regla 3, queda en falta la regla 2 solamente. Entonces la falla está en las secciones de color propiamente dichas, que incluyen el decodificador, la matriz y el acoplo al tubo de imagen. La sola revisión del circuito general de un televisor, que puede ser el que tenemos en este libro, da una idea de la vasta maraña que hay que revisar.

El otro caso de contraste incorrecto era cuando presentaba exceso de intensidad. Tenemos cumplimiento parcial de la regla 1 y total de la 3. El as-

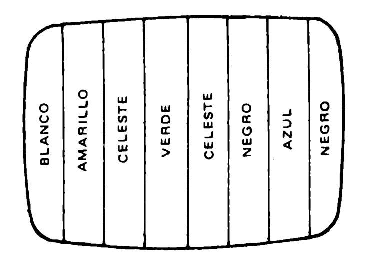


Fig. 139. – Imagen dada por el generador de barras cuando falta el vector *(R – Y)*.

Fig. 140. – Imagen que muestra la pantalla cuando el que falta es el vector *(V – Y)*.

pecto de la imagen exhibe saturaciones indebidas, como volverse rojizo el amarillo o violado el azul. La falla puede estar en el control automático de color, en la sección contraste de color o en la etapa amplificadora respectiva.

Falsa reproducción del color

Hay una gran variedad de efectos que se producen en la imagen cuando ocurre alguna de las falsas reproducciones del color. Todos los casos se incluyen en la situación de cumplimiento de la regla 1, es decir que la imagen en blanco y negro es correcta. La regla 2 no se cumple.

El caso más común es que falte uno de los vectores de color. Por ejemplo, supongamos que falte el vector (*A* – *Y*) o sea el vector que suministra la componente azul. La figura 138 muestra el aspecto de la imagen cuando se inyecta señal del generador de franjas. Al faltar un vector desaparecen las secuencias alternadas y se ven los colores remanentes ocupando dos franjas, ninguna de las cuales tiene su componente azul.

La figura 139 muestra el aspecto de la imagen suministrada por el generador de color, cuando el televisor no aporta la componente roja, o sea el vector (*R* – *Y*). La figura 140 a su vez muestra el efecto de la falta del vector (*V* – *Y*) o sea la componente verde de la policromía.

La falta de uno de los vectores de color se produce en cualquiera de las secciones desde donde comienzan a procesarse los vectores *U* y *V*, que comprenden el decodificador, línea de retardo, la matriz y los amplificadores. Tenemos allí una cantidad de partes de los circuitos, como son los demoduladores, el oscilador de portadora, el defasador y aún los componentes asociados a los cátodos del tubo.

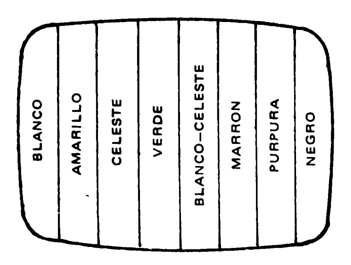


Fig. 141. – En este caso falta la componente *(A – Y)* en el vector *(V – Y)*.

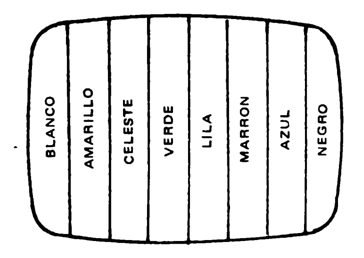


Fig. 142. – Caso que ocurre cuando en el vector *(V – Y)* falta la componente *(R – Y)*.

La falta de uno de los vectores en el resultado final tiene una variante, que es cuando falta uno de los vectores parciales que permiten lograr el tercer vector. Se trata de que falte el vector (*A* – *Y*) o el (*R* – *Y*) en la señal resultante del matrizado (*V* – *Y*).

Veamos el efecto en la imagen, cuando se aplica el generador de franjas de color. La figura 141 muestra el aspecto de la pantalla cuando falta el vector (*A* – *Y*) en la señal (*V* – *Y*). Obsérvese que la falta de la componente azul no significa que no se pueda formar el verde, ya que hay una franja de ese color, si bien está alterado su matiz. Asimismo, la segunda franja desde la derecha tiene una cierta componente azul, ya que muestra una tonalidad púrpura.

El otro caso similar se produce cuando falta el vector (*R* – *Y*) en la señal (*V* – *Y*) y el aspecto de la pantalla al inyectar señal del generador de franjas se ve en la figura 142. Obsérvese que la falta de rojo no impide que se forme el tono marrón.

La búsqueda de esta anomalía se circunscribe al decodificador y al matrizado, pues una vez que se tienen los tres vectores, ya no puede aparecer una falla que haga desaparecer una componente de los mismos; y el vector (*V* – *Y*) resulta del matrizado de los otros dos. No obstante, hay que revisar el decodificador porque del mismo puede salir un vector defectuoso. Pero no puede excluirse en la revisión en forma absoluta a ninguna de las secciones en que se procesan las señales de color, y las sugerencias dadas se toman como que es mayor la probabilidad de que la falla se encuentre en ciertas secciones, pero no pueden excluirse las otras.

Otro tipo de falla en la reproducción del color se produce cuando una de las componentes existe, pero es débil, de menor magnitud que la que le corresponde, obviamente por falencia en el tratamiento eléctrico. Por ejemplo, la imagen en la pantalla que resulta al aplicar el generador de franjas de color, cuando (*R* – *Y*) es demasiado débil

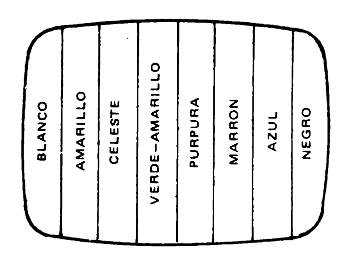


Fig. 143. – Defectos de matices cuando la componente *(R – Y)* es demasiado débil.

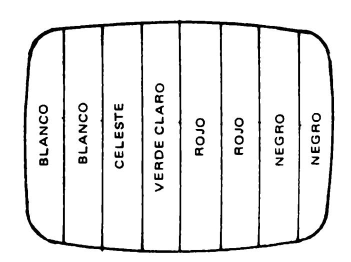


Fig. 144. – Aquí se ve lo que ocurre cuando la componente *(A – Y)* es la débil.

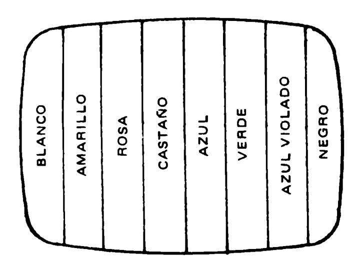


Fig. 145. – La falta de sincronismo de color puede producir intercambio de colores; en este caso ocurrió entre rojo y verde.

se muestra en la figura 143. Obsérvese que no hay ninguna franja roja neta.

Similar situación ocurre cuando el vector débil es el $(A - Y)$ y entonces el aspecto de la pantalla del aparato al aplicar el generador es el que muestra la figura 144. En este caso la carencia casi total de azules y sus derivados es más evidente que en el caso anterior, pues sólo aparece una franja celeste claro, producto más de combinaciones que como consecuencia directa de un vector, ya que el mismo es muy débil.

Una señal que existe pero tiene menor amplitud que la real es producto de una etapa amplificadora deficiente, de un matrizado defectuoso o de un componente que por fallas absorbe parte de una señal. La sección a investigar es el matrizado, pero como dijimos antes, las otras secciones de color no pueden descartarse.

Intercambio de colores

Un curioso fenómeno ocurre cuando un color se intercambia con otro por averías que pueden considerarse raras, pero que ocurren. Para dar una idea mostramos en la figura 145 lo que se ve en la pantalla cuando se intercambian el rojo con el verde. En emisión de colores, cuando se está observando un programa, se nota de inmediato esta falla por la apariencia verdosa de las caras humanas. Cabe advertir que esta falla se presenta más probablemente en los aparatos del sistema NTSC que en los PAL, por el automatismo en la corrección de defasajes que tiene el PAL, tal como se vio al describir el sistema. Pero siempre debe atribuirse la anomalía al sincronismo de color en el conmutador PAL.

Ya que hemos mencionado el sincronismo, podemos hacer una referencia a otro tipo de falla que se debe a averías del sincronizador de color, que debe ser correctamente controlado por el burst, pero que puede descontrolarse. Para dar una idea del efecto visible de estos tipos de fallas, mostramos la figura 146, donde se ve que las franjas de color aparecen con zonas a lo alto de las mismas, que exhiben diferentes matices. La búsqueda de tal anomalía en el circuito debe orientarse simplemente hacia el sincronizador de color.

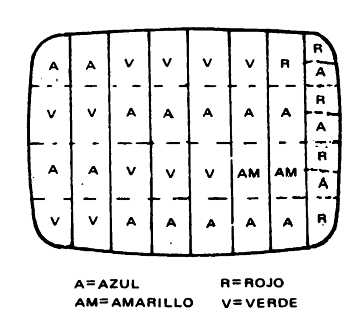


Fig. 146. – Otro caso de falla del sincronismo de color que produce intercambios múltiples de colores.

INDICE GENERAL

PAG.

Día 1. – LA VISION DEL COLOR 5

Naturaleza de la luz 6
La visión humana 7
El espectro de color 8
Mezcla de colores 9
Colores complementarios 12
Colores básicos para TV 12

Día 3. – LOS COLORES DAN SEÑALES 14

Definiciones fundamentales 15
Energía de la radiación 15
Sensibilidad del ojo humano 16
Los tres colores para TV 17
Gráfica del color 17
El triángulo cromático del ICI 18
Captación de los colores básicos 20
La cámara captora tricolor 21
Conversión de luz en señal 23

Día 3.– LOS TUBOS DE IMAGEN EN COLORES. 25

El sistema secuencial 26
El tubo tricolor de máscara selectora 26
Ajuste de la convergencia 27
Otros tubos tricolores 29
El tubo 20AX de Philips 31

Día 4 – MATRIZADO DE LAS SEÑALES DE COLOR 35

El canal de televisión 36
La modulación de color 37
Ejes de referencia 38
Diagrama vectorial de crominancia 39
El proceso completo del matrizado 40
Espectro de frecuencias 42
Señal de referencia 43

Día 5 – ANALISIS DEL SISTEMA PAL 45

Alteraciones en el matiz 46
La solución PAL 46
Disposición funcional del sistema PAL 49
Adición vectorial en el PAL 51
Inserción de la modulación de color 52
Líneas de retardo 53

Día 6 – TELEVISORES DE COLOR – EL MODULO DE SEÑAL 54

El diagrama en bloques 55
Especificaciones eléctricas del conjunto 57
Descripción del módulo de señal 57
Sección de audio del módulo 61
Montaje del módulo de señal 62

PAG.

Día 7 – CIRCUITOS DEL DECODIFICADOR Y SALIDA DE VIDEO 65

EL DECODIFICADOR PAL-N 68
C.I. 301 – TDA2560 68
C.I. 302 – TDA2522 68
Descripción del circuito, sección luminancia. . . 69
Sección del circuito para crominancia 70

MATRIZ Y AMPLIFICADOR DE VIDEO. . . . 70

El C.I. 401 – TDA2530 72
Funcionamiento del circuito 73
Descripción general del conjunto 74

Día 8 – CIRCUITO PARA LA DEFLEXION HORIZONTAL 76

CIRCUITO DE DEFLEXION HORIZONTAL . 77

Excitador horizontal 77
Etapa de salida horizontal 78
Obtención de la E.A.T. con diodos 81
Distorsión E–O y su corrección 82
Corrección en S modulada 83
Bobina de ajuste de linealidad 83
Disposición de la plaqueta horizontal. 83

CONJUNTO CORRECTOR DE TOLERANCIAS 84

Acción correctora sobre el horizontal 86
Errores de convergencia en dirección vertical . . 87
Disposición constructiva 87

Día 9 – CIRCUITO PARA LA DEFLEXION VERTICAL 88

El oscilador vertical sincrónico 89
La etapa separadora 89
Sincronización simétrica 91
La etapa de salida 91
Excitador para el corrector E–O 93
Disposición de la plaqueta 95

Día 10 – FUENTE DE ALIMENTACION CONMUTADA 96

Circuito de la fuente 97
El rectificador principal 97
El circuito de conmutación 97
Circuito de excitación 99
Circuito descargador 99
El módulo de control 99
Montaje de la fuente de alimentación. 102
La unidad de desmagnetización 106

PAG.

Día 11 – CIRCUITO GENERAL DEL TELEVISOR 107

El módulo de controles 108
Chispero múltiple 109
El yugo para la deflexión 111
Entrada de video externo 113
El circuito general 114
Ubicación de las plaquetas 115

Día 12 – CALIBRACION DEL TELEVISOR DE COLOR 116

Instrumental necesario 116
Verificación de magnitudes 118
Calibración del canal de FIV 118
Puesta en marcha y ajuste de la fuente 121
Puesta en marcha y pre-ajuste del receptor completo 121
Operaciones previas al arranque 121
Operaciones para el arranque 122
Ajustes finales 123
Geometría del raster 124
Corrección dinámica de tolerancias 124
Decodificador 126
Escala de grises 127
Ajuste del control automático de sintonía (CAS) 127
Ajuste del control de "Pánico" 128

Día 13 – OTROS SISTEMAS DE TV-COLOR . . . 129

OTROS SISTEMAS PAL 130

EL SISTEMA NTSC DE TV-COLOR 130

Matrizado de las señales de color 131
La señal de referencia 132

PAG.

El decodificado en el receptor 132
Los demoduladores de color 134
Demoduladores de banda restringida 135
Demoduladores de ejes XZ 135

EL SISTEMA SECAM 136

Disposición funcional del sistema SECAM 137

Día 14 – ADAPTACION DE TELEVISORES DE OTRAS NORMAS 140

Normas argentinas de TV-color 141

ADAPTACION DE TELEVISORES 144

Consideraciones generales sobre adaptaciones . . 144
Adaptación de un aparato PAL-M a PAL-N . . . 145
Adaptación de otras normas PAL a PAL-N . . . 145
Adaptación de NTSC a PAL-N 146
Transcodificadores de sistemas 147

Día 15 – REVISION DEL TELEVISOR DE COLOR 149

Reglas básicas 149
Matices de la trama 150
Pureza del color 151
Línea de retardo de luminancia 152
Supresor de color 152
Deformación de la trama 153
Defectos en la convergencia 154
Señal de luminancia 155
Moiré en la imagen 155
No hay color en la imagen 155
Contraste incorrecto de color 156
Falsa reproducción del color 156
Intercambio de colores 158

Se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos TALGRAF,
Talcahuano 638, Buenos Aires,
en el mes de mayo de 1985.

LA MAS MODERNA COLECCION DE LIBROS TECNICOS SIMPLIFICADOS AL ALCANCE DE TODOS

por CHRISTIAN GELLERT *con la dirección técnica del* ING. FRANCISCO L. SINGER

APRENDA ELECTRICIDAD EN 15 DIAS
Conocimientos básicos de la Electricidad para aprender Radio y Televisión.

APRENDA ELECTROTECNICA EN 15 DIAS
Una descripción práctica de aparatos, motores, generadores e instalaciones eléctricas.

APRENDA RADIO EN 15 DIAS
Este libro lo guiará en la teoría y el armado de un receptor modelo.

APRENDA SERVICE DE RADIO EN 15 DIAS
Paso a paso aprenderá a revisar, reparar y calibrar todos los radio-receptores.

APRENDA TELEVISION EN 15 DIAS
Describe un aparato de televisión al mismo tiempo que le enseña a construirlo.

APRENDA SERVICE DE TV EN 15 DIAS
Cuadros prácticos y una guía para todos los que se dedican a reparar televisores.

APRENDA TV-TRANSISTOR EN 15 DIAS
Explica la teoría y la práctica del televisor transistorizado.

APRENDA HI-FI Y ESTEREO EN 15 DIAS
Toda la amplificación del sonido con circuitos, tablas, gabinetes y ambientación.

APRENDA GRABADORES EN 15 DIAS
Teoría, funcionamiento, uso y reparaciones de los grabadores a cinta magnética.

APRENDA FM Y MULTIPLEX EN 15 DIAS
Para escuchar estereofonía por radio con la más alta fidelidad conocida.

APRENDA VALVULAS Y TUBOS EN 15 DIAS
Teoría, funcionamiento y reemplazos de las válvulas y tubos de imagen.

APRENDA TRANSISTORES EN 15 DIAS
Teoría y práctica de los semiconductores con circuitos y datos para el uso.

APRENDA SERVICE-TRANSISTOR EN 15 DIAS
Revisión y reparación de toda clase de equipos transistorizados.

APRENDA MOTORES EN 15 DIAS
Todos los motores a vapor, a explosión y diesel explicados en teoría y práctica.

APRENDA MATEMATICAS EN 15 DIAS
Para manejar números y letras, realizar cálculos y entender fórmulas técnicas.

APRENDA ELECTRONICA EN 15 DIAS
Modernas aplicaciones de esta ciencia en la industria, el automotor y la vivienda.

APRENDA INSTRUMENTAL EN 15 DIAS
Los aparatos más usados en Radio y TV con sus circuitos y explicaciones.

APRENDA TRANSMISION EN 15 DIAS
Para armar, ajustar y usar receptores y transmisores de aficionados.

APRENDA FISICA EN 15 DIAS
Todos los fenómenos que se operan en los cuerpos y leyes que los rigen.

APRENDA TV-COLOR EN 15 DIAS
Teoría, circuitos, armado, calibración y revisión de fallas de televisores de color sistema PAL-N. Adaptación de aparatos de otras normas.